3e Série, t. XVI. — 1890. — N° 11.

BULLETIN

DE LA

SOCIÉTÉ GÉOLOGIQUE DE FRANCE

(CETTE SOCIÉTÉ, FONDÉE LE 17 MARS 1830, A ÉTÉ AUTORISÉE ET RÉCONNUE COMME ÉTABLISSEMENT D'UTILITÉ PUBLIQUE, PAR ORDONNANCE DU ROI DU 3 AVRIL 1832.)

TROISIÈME SÉRIE — TOME SEIZIÈME

Feuilles 61-73 (*Pl. XXXII-XXXVIII*).

RÉUNION EXTRAORDINAIRE DANS L'ALLIER

ET

TABLE DES MATIÈRES

PARIS

AU SIÈGE DE LA SOCIÉTÉ

Rue des Grands-Augustins, 7

1888 A 1889

Le Bulletin paraît par livraisons mensuelles

MARS 1890

COMPTOIR GÉOLOGIQUE & MINÉRALOGIQUE

COMMISSION **ALEXANDRE STUER** EXPORTATION

MINÉRAUX — FOSSILES — ROCHES — PRÉHISTORIQUES

FOURNISSEUR

des Ministères de l'Instruction publique et des Travaux publics des Facultés et des Musées français et étrangers

MINÉRAUX — FOSSILES — ROCHES — PRÉHISTORIQUES

40, rue des Mathurins, Paris

Collections pour l'enseignement, fournitures spéciales pour Musées et Facultés
Instruments pour la recherche, la préparation et l'arrangement des fossiles et minéraux en collection.
Griffes et supports mobiles (20 modèles déposés), marteaux, cuvettes, etc., etc.

Direction de Ventes publiques, Expertises. — Achat de Collections géologiques et minéralogiques. — Monture et préparation des Fossiles.

AVIS

Ayant un écoulement considérable de minéraux et fossiles, **M. STUER** *répondra à toutes les offres sérieuses d'achats ou d'échanges qui lui seront faites.*

HENRI GUYON

CARTONNIER

Fournisseur du Muséum d'histoire naturelle et du Ministère de l'Instruction publique

DEUX MÉDAILLES AUX EXPOSITIONS

20, rue des Bourdonnais, Paris

Instruments spéciaux pour rechercher et nettoyer les échantillons — Géologie et Minéralogie.
Marteaux divers, pinces, ciseaux, burins, etc. — Cuvettes et Cartons de tous modèles et de tous formats pour la disposition et le rangement en collection des Minéraux, Roches et Fossiles.
Etiquettes diverses. — Griffes pour la monture des cristaux (nombreux modèles), loupes, biloupes, triloupes, loupes Coddington, etc.
Microscopes et tous appareils d'optique — Nécessaires complets d'excursionnistes.

Tous nos articles sont de premier choix et nos prix de beaucoup inférieurs à ceux des maisons similaires.

Envoi franco du Catalogue sur demande

S'adresser, pour les Annonces, au Siège de la Société, 7, rue des Grands-Augustins, 7

LIBRARY OF JAMES HALL

SOCIÉTÉ GÉOLOGIQUE

DE FRANCE

RÉUNION EXTRAORDINAIRE DE LA SOCIÉTÉ DANS L'ALLIER

Du 19 au 29 Août 1888.

Les Membres de la Société qui ont pris part aux travaux de la session, sont :

MM. Augé.
Bergeron.
Bertrand.
Bouley (abbé).
Bourgery.
Busquet.
Collot.
Delafond.
Devaux.
Didelot.
Doumet-Adanson.
Dumas.
Fayol.
Goumet (abbé).
Grossouvre (de).
Hallopeau.
Hovelacque.
Humbert.
Launay (de).

MM. Le Mesle.
L'Hote.
Lory.
Mallard.
Margerie (de).
Marion.
Martin.
Mouret.
Nougarède.
Olivier.
Patris de Breuil
Pissot.
Raymond.
Renevier.
Rouville (de).
Sayn.
Tardy.
Villedieux.
Voisin.

Les personnes étrangères à la Société qui ont pris part aux excursions, sont :

MM. Bodard (Joseph).
Boutonnet (Henri).
Boutonnet (J. Marie).
Caillot.
Courtin.
Decorps.
Demont.
Dépin.
Deschatres.
Deslinières.
Fabre.
Faugières.
Gibon.
Groslier.
Guillaumat.
Guyard.
MM. Hinstin.
Jardel.
Lemière.
Lévy.
Malher.
Martinet.
Matheron.
Nicolas.
Nouel.
Obé.
Picandet.
Planchard.
Ribeyron.
Simon.
Vachée.
Verdillon (de).

membres de la Société de l'Industrie minérale, et

MM. Bodard (abbé), Professeur, Institution Saint-Joseph, Montluçon.
Boutonnet (Henri), Étudiant, Montvicq.
Caillot, Ingénieur-géomètre, Mine de Bézenet.
Castanier, Ingénieur, Directeur des Mines de la Tafna.
Charmot, Chef d'atelier, Mine de Bézenet.
Evrard, Ingénieur, Mine de Bézenet.
Fradier, Avocat à Chappes.
Jaccard, Professeur de Géologie, Neufchâtel (Suisse).
Martin, Contrôleur, Mine de Bézenet.
Martinet (Georges), Clerc d'avoué, Vendôme.
Martinet (Henri), Etudiant, Commentry.
R.-P. Pestre, Professeur, Institution Saint-Joseph, Montluçon.
Peynet, Etudiant, La Crouzille-de-Montaigut.
Rabourdin, Elève à l'Ecole Centrale des Arts et Manufactures.

LISTE DES PRINCIPALES PUBLICATIONS

RELATIVES A LA RÉGION QUE DOIT VISITER LA SOCIÉTÉ

1569. **Nicolas de Nicolay.** — *Description du Bourbonnais (analyse des eaux minérales de Bourbon-l'Archambault et de Saint-Pardoux).*

1604. **J. Aubry.** — *Les bains de Bourbon-Lancy et Bourbon-l'Archambault. Bourbonnais.*

1605. **Jean Banc.** — *La mémoire renouvelée des merveilles des eaux naturelles, par Jean Banc, Docteur en médecine de Moulins en Bourbonnais.*

1686. **Fouet.** — *Nouveau système des bains et eaux minérales de Vichy.*

1795. *Sur une mine de cuivre anciennement exploitée à Vernusse (Allier)* (Journal des Mines, t. I, p. 68).

1795. **Duhamel.** — *Mémoire sur la houille.* (Voir p. 39 et 47 sur Noyant). (Journal des Mines t. II p. 8, 36).

1797. **Lefèvre, Baillet, Duhamel, Besson, Miché.** — *Tableau des mines et usines de France (Département de l'Allier).* (Journal des Mines, t. V, p. 25, 119).

1798. *Observations faites aux eaux de Vichy.* (Journal des Mines, t. VII, p. 39, 211).

1806. **Cocq.** — *Mémoire renfermant des détails sur la lithologie de l'Auvergne et des environs.* (Voir p. 431 sur Menat.) (Journal des Mines. t. XIX, p. 407).

1817. **Vauquelin.** — *Analyse d'un minerai d'antimoine provenant des environs de Montluçon (Allier).* (Annales de Chimie et Physique, t. VII, p. 32.)

1818. **Puvis.** — *Description d'une roche connue sous le nom de roche noire, qui fait partie du terrain houiller de Noyant.* (Annales des Mines, 1re série, t. III, p. 43). Suivi des notes de MM. **Lelièvre** et **Berthier** sur la même roche.

1820. **Berthier** et **Puvis.** — *Notice sur les eaux minérales et thermales de Vichy.* (Annales des Mines, 1re série, t. V, p. 401).

1822. **Berthier.** — *Analyse des eaux minérales de Néris.* (Annales des Mines 1re série, t. VII, p. 311).

1829. **Lecoq.** *Description géologique du bassin de Menat en Auvergne.* Clermont, in-8.

1831. **Dufrénoy.** — *Sur la roche noire de Noyant.* (Annales des Mines, 2e série, t. III).

1834. **Faye.** — *Nouvel essai sur les eaux de Bourbon-l'Archambault.*

1838. **Fabre.** — *Mémoire pour servir à la statistique du département du Cher.*

1839. **Lecoq.** — *Sur les eaux thermales et sur le rôle qu'elles ont rempli à diverses époques géologiques.* Clermont in-8.

1841. **Brongniart** et **Malagutti.** — *Sur les kaolins ou argiles à porcelaine. Nature et origine de cette sorte d'argile.* Paris, in-8.

1841. **Dufrénoy** et **Elie de Beaumont.** — *Explication de la carte géologique de France* t. I, p. 635. (*Sur la roche noire de Noyant*).

1842. **Viquesnel.** — (Bull. Soc. Géol. de France, 1e série, t. XIV, p. 145).

1842. **Pomel.** — *Sur le tertiaire de la Limagne.* (Annales de l'Auvergne, t. XV.)

1843. **Pissis.** — *Sur le relief et les limites primitives des terrains tertiaires de l'Allier* (Bull. Soc. Géol., 2e série, t. I, p. 46, 62, 145, 217).

1844. **Boulanger.** — *Statistique géologique et minéralogique du département de l'Allier.* Moulins chez Desrosiers. in-8.

1844. **Boulanger** — *Description géologique de l'Allier.*

1844. **V. Raulin** — *Sur la disposition des terrains tertiaires des plaines de l'Allier et de la Loire.* Paris in-8.

1846. **Pomel.** — *Géologie paléontologique des terrains tertiaires du département de l'Allier* (Bull. Soc. Géol., 2e série, t. III, p. 353).

1846. **Pomel.** — *Sur des animaux fossiles du département de l'Allier* (Bull. Soc. Géol. 2e série, t. IV, p. 378).

1846. **Poirrier.** — *Note géologique sur la région de terrain lacustre traversée par le chemin de fer des mines de Bert (Allier)* (Bull. Soc. Géol. 2e série, t. iII, p. 346.)

1846. **Poirrier.** — *Notice géologique et paléontologique sur la partie N-E du département de l'Allier.*

1846. **Pomel.** — *Catalogue méthodique et descriptif des vertébrés fossiles du bassin de la Loire* (Bull. Soc. Géol. 2e série, t. III, p. 346).

1848. **Boubée** et **Rivière** rapportent au zechstein les schistes bitumineux de l'Allier et M. de **Bonnard** au terrain houiller (Bull. Soc. Géol., 2e série, t. V, p. 304).

1849. **Boulanger.** — *Courte description du bassin houiller de Decize dans la Nièvre* (avec atlas de 1 carte et 5 pl.) Paris.

1850. **Boulanger** et **Bertera.** — *Texte explicatif de la Carte géologique du département du Cher,* in-8e.

1851. **Bourjot.** — *Étude sur Menat.* (Bull. Soc. Géol. de France 2e série t. VIII, p. 39).

1851. **Martins.** — *Sur la Dioritine de Commentry.* (Bull. Soc. Géol. de France, 2e série, t. VIII, p. 21).

1851. **Murchison.** — *On the slaty rocks of the Sichon, on the origin of the mineral springs of Vichy* (Quarterly Journal of the geological Society of London, février 1851, t. VII).

1852. **Versepuy.** — *Sur les causes de l'apparition du bitume dans la Limagne d'Auvergne.* Clermont, in-8.

1852. **Pomel.** — *Catalogue méthodique et descriptif des vertébrés fossiles du bassin de la Loire, surtout de la vallée de l'Allier.*

1855. **Grüner.** — *Essai d'une classification des principaux filons du Plateau Central de la France.* (Annales scientifiques de l'Auvergne, t. XXVI).

1855-59. **Heer.** — *Flora tertiaria Helvetiæ.* 3 vol. in-folio.

1857. **Ebray.** — *Sur l'âge des calcaires à Chailles des départements du Cher, de la Nièvre et de l'Yonne.* (B. S. G. F., 2e série, t. XIV., p. 582).

1857. **Grüner.** — *Description géologique et minéralogique du département de la Loire.*

1858. **Delaville.** — *Sur un sondage exécuté à Rozières près Decize* (Bull. Soc. Géol., 2e série, t. XV, p. 721).

1858. **Jaubert.** — *Sur les mines de fer du département de l'Allier* (Bull. Soc. Géol., 2e série, t. XV, p. 667).

1859. **Ebray.** — *Sur la coïncidence des failles avec les eaux minérales de la Nièvre* (Bull. Soc. Géol., 2e série t. XVII, p. 124).

1859. **Poirrier.** — *Terrains fossilifères de la partie nord-est du département de l'Allier. Animaux vertébrés composant les deux faunes de cette région.*

1860. **Durand Fardel, Lebret** et **Lefrançois.** — *Dictionnaire des eaux minérales.* Articles *Néris, Vichy, Châteauneuf, Bourbon l'Archambault,* etc.

1861. **Ebray**. — *Stratigraphie du système oolithique inférieur du département du Cher.* (B. S. G. F. 2e série, t, XVIII, p. 501).

1861. **Heer**. — *Recherches sur le climat et la végétation des pays tertiaires.* Traduction Ch. Gaudin, p. 116.

1862. **Ebray**. — *Sur la position des calcaires caverneux autour du Plateau Central.* (B. S. G. F. 2e série, t. XX, p. 161).

1862. **Jourdan**. — *Sur Menat.* (Revue des Sociétés Savantes, t. I, p. 126).

1863 (?). **Milne Edwards**. — *Oiseaux tertiaires de Saint-Gérand-le-Puy.* (Annales des sciences naturelles, 4e série, t. XX).

1864. **Lecoq**. — *Les eaux minérales.*

1865. **De Gouvenain**. — *Rapport sur la composition des gaz dégagés par la source thermale de Bourbon l'Archambault.* — (Ann. des Mines 6e série, t. VIII p. 115).

1865. **Grüner**. — *Sur les roches trapéennes des bassins houillers (roche noire de Noyant, dioritine de Commentry etc.)* (Bull. Soc. Géol. 20 Novembre 1865, 2e série, t. XXIII, p. 96).

1865. **Mallard**. — *Note sur les gisements stannifères du Limousin et de la Marche et sur quelques anciennes fouilles qui paraissent s'y rattacher.* (Ann. des Mines, 6e série, t. X. p. 321).

1865. **Heer**. — *Die Urwelt der Schweiz.* Zurich.

1866. **Martins**. — *Sur les roches éruptives du bassin de Commentry (Allier)* (Bull. Soc. Géol., 2e série, t. XXII, p. 590.)

1867. **Lecoq**. — *Les époques géologiques de l'Auvergne*, 5 vol. Paris in-8, (voir t. II, *sur l'origine du terrain houiller;* t. II, 574, *le bassin de Menat;* t. V, 430, *sur Manzat*).

1868. **Grüner**. — *Étude des bassins houillers de la Creuse.*

1868. **Laussedat**. — *Fragments de mâchoire de Rhinoceros pleuroceros avec entailles trouvés dans le miocène inférieur à Bitly (Allier)* Bull. (Soc. Géol., 2e série, t. XXV, p. 614).

1868. **Moissenet**. — *Sur une nouvelle espèce minérale rencontrée dans le gîte d'étain de Montebras (Creuse)* (Ann. des Mines, 6e série, t. XX, p. 1).

1868. **D'Archiac**. — *Paléontologie de la France* (voir p. 297. *sur la Limagne* et p. 306, *sur le bassin de Menat*).

1869. **Julien**. — *Des phénomènes glaciaires dans le Plateau Central de la France en particulier dans le Puy-de-Dôme et le Cantal.* Paris in-8.

1869. **Daubrée**. — *Le Kaolin d'Echassières.* (Académie des Science 10 Mai 1869).

1870. **Gallicher**. — *Le Cher agricole et industriel.*

1870. **Oustalet**. — *Recherches sur les insectes fossiles des terrains tertiaires de la France.* (Annales des Sc. Géol. t. II).

1873. **Michel Lévy**. — *Sur les roches porphyriques du terrain anthracifère,* (Course de la Société géologique dans la Loire) (Bulletin Soc. Géol. 4 septembre 1873).

1873. **Deshayes**. — *Sur le gisement de cuivre de Chanier près la Prugne* (Bull. Soc. Géol., 3e série, t. I, p. 504).

1873. **Gaudry**. — *Sur l'Anthracotherium découvert à Saint-Menoux (Allier).* (Bull. Soc. Géol, 3e série, t. II, p. 36).

1874. **De Gouvenain**. — *Recherches sur la composition chimique des eaux thermominérales de Vichy, Bourbon l'Archambault et Néris.* (Annales des Mines, t. III).

1874. — **Michel Lévy**. — *Caractères microscopiques des roches anciennes.* (Bull. Soc. Géol. 3e série, t. XIII. p. 199).

1874. **Douvillé** et **Jourdy**. — *Note sur la partie moyenne du terrain jurassique dans le Berry.* (Bull. Soc. Géol. de France 3e série. t. III. 21 Décembre 1874).

1874. **Douvillé**. — *Observations sur quelques-uns des fossiles cités dans la note précédente.* (B. S. G. F. 3e série, t. III, p. 113).

1874. **De Gouvenain**. — *Sur l'étain dans le kaolin d'Echassières* (Comptes rendus de l'Institut, t. LXXIV, p. 1032).

1875. **De Gouvenain**. — *Effets de sulfuration produits par les eaux de Bourbon-l'Archambault sur des monnaies antiques.* (Comptes rendus de l'Académie des Sciences).

1877. **Grand-Eury**. — *Mémoire sur la flore carbonifère du département de la Loire et du centre de la France.*

1877. **Burat**. — *Étude géologique du coteau de Montebras (Creuse)* (Revue universelle de Cuyper, 1877, p. 1).

1877. **De Saporta**. — *Détermination des plantes permiennes trouvées à Coulandon (Allier), par MM. Bertrand et Julien.* (Bulletin Société d'émulation de l'Allier).

1877. **Heer**. — *Flora fossilis Helvetiæ.* Zurich.

1878. **De Saporta**. — *Plantes des arkoses de Brives.*

1878. **Guillier**. — *Tertiaire de Vichy.* (Extrait de Géologie par Delesse et de Lapparent) (Annales des Mines, 1878. 7e série t. XIII).

1879. **Filhol**. — *Étude de mammifères fossiles de Saint-Gerand-le-Puy dans l'Allier.* (Annales des Sciences géologiques, t. X et XI).

1879. **Daubrée**. — *Sur le kaolin des Colettes* (Géologie expérim., p. 65).

1879. **Gaudry**. — *Les reptiles de l'époque permienne aux environs d'Autun.* (Bull. Soc. Géol. 3e série, t. VII, p. 62).

1879. **Julien et de Koninck**. — *Fossiles carbonifères à l'Ardoisière près Vichy.* (Soc. Géol. de Belgique, mementos 1 et 2 et Comptes rendus de l'Institut t. LXXVIII, p. 74.)

1879. **Voisin**. *Mémoire sur les Sources minérales de Vichy* (Annales des Mines).

1879. **Michel Lévy**. *Etude sur les porphyrites du Morvan.* (Bull. Soc. Géol. 3e série, t. VII).

1880. **Dagincourt**. — *Couche à poissons dans le Lias supérieur de Saint-Amand (Cher)*, (B. S. G. F. 3e série t. VIII, p. 355).

1881. **Julien**. — *La Limagne et les bassins tertiaires du Plateau Central.* Paris. in-8.

1881. **Dagincourt**. — *Note sur la géologie des environs de Saint-Amand (Cher)*, (B. S. G. F. 3e série, t. IX, p. 223).

1881 **Obé**. — *Bassin houiller de Bert* (Bull. Ind. min., 2e série, t. X, p. 553).

1881. **De Grossouvre**. — *Note sur le métamorphisme des calcaires jurassiques au voisinage des gisements sidérolithiques.* (B. S. G. F. 3e série, t. IX, p. 277).

1881. **Douvillé**. *Note sur la partie moyenne du terrain jurassique* (Bull. Soc. Géol. de France, 3e série, t. IX, p. 439).

1882. **Grand'Eury**. — *Mémoire sur la formation de la Houille.* (Annales des mines).

1882. **De Saporta**. — *La formation de la Houille.* Paris, gr. in-8.

1882. **De Saporta**. — *Essai descriptif des plantes fossiles des arkoses de Brives près le Puy en Velay.* Le Puy in-8,

1882. **Chamussy**. *Mémoire sur les gîtes de manganèse et de fer et les terrains des environs des Gouttes-Pommiers, hameau de Saligny (Allier).* Mâcon, chez Durand.

1884. **Burat** — *Sur Montebras* (Cuyper, 1884, t. I, p. 1).

1885. **Baure.** — *Sondages de Boubes et Neuville près Villefranche (Allier)* (Bull. Ind. Min., 2e série, t. XIV, p. 5).

1885. **Gaudry.** — *Les vertébrés fossiles des environs d'Autun.*

1885. **Caméré.** — *Etude sur les eaux minérales de Châtel-Guyon.* (Annales des Mines 8e série, t. VIII. 1885).

1885. **Julien.** — *Note sur le terrain carbonifère du Morvan* (Bulletin de l'Académie royale de Belgique, 3e série, t. IX. n° 5).

1885. **St. Meunier.** — *Combustibles minéraux.* Encyclopédie chimique (Frémy).

1885. **S. Brethon.** — *Etude sur le mode de formation de la houille du bassin franco-belge.*

1885. **S. Brethon.** — *Objections à la théorie de M. Fayol.* (Société de l'industrie minérale).

1885. **De Grossouvre.** — *Note sur l'Oolithe inférieure du bord méridional du bassin de Paris.* (B. S. G. F. 3e série t. XIII, p. 355).

1885. **De Grossouvre.** — *Etude sur les gisements de phosphate de chaux du centre de la France.* (Annales des Mines).

1885. **Renault** — *Plantes silicifiées* (Cours de botanique, p. 817.)

1886. **De Lapparent.** — *La formation des combustibles minéraux* (Correspondant du 10 Avril 1886).

1886. **De Launay.** — *Cordiérite de Commentry.* (Bull. Soc. Géol. de France 3e série, t. XV. 8 Novembre 1886).

1886. **De Grossouvre.** — *Etude sur les gisements de minerais de fer du centre de la France.* (Annales des Mines).

1886. **Douvillé.** — *Sur quelques brachiopodes du terrain jurassique.* (Extr. du Bull. de la Soc. des Sciences historiques et naturelles de l'Yonne).

1886. **De Grossouvre.** — *Note sur la partie inférieure du système oolithique* (Bull. Soc. Géol. 3e série.)

1887. **Grand'Eury.** — *Formation des couches de houille et du terrain houiller.* (Mémoires de la Société Géologique de France).

1887. **Daubrée.** — *Les eaux souterraines aux époques anciennes et à l'époque actuelle.* 3 vol. Paris (Voir *Bourbon-l'Archambaut*, Plantes de Nogant, p. 168, etc).

1887. **De Grossouvre.** — *Sur les gisements de phosphate de chaux du Centre de la France.* (B. S. G. F. 3e série, t. XV, p. 447).

1887. **De Launay.** — *Porphyrites de l'Allier* (B. S. G. F., 3e série, t. XVI, p. 84, 21 novembre 1887.)

1888. **De Grossouvre.** — *Observations sur l'origine du terrain sidérolithique; analogies avec certains dépots triasiques* (B. S. G. F. 3e série, t. XVI, p. 287).

1888. **De Launay.** — *Terrain permien de l'Allier* (B. S. G., 3e série, t. XVI, p. 298, Janvier 1888).

1888. **De Launay.** — *Schistes bitumineux de Buxière.* (Revue scientifique du Bourbonnais).

1888. **De Grossouvre.** — *Etude sur l'étage Bathonien* (B. S. G. F. 3e série, t. XVI p. 366).

1888. **Fayol.** — *Etudes sur le terrain houiller de Commentry (Stratigraphie).* (Société de l'Industrie Minérale).

1888. **De Launay.** — *Mémoire sur les sources minérales de Bourbon-l'Archambault* (Annales des Mines, 8e série, t. XIII, p. 429).

1888. **Zeiller et Renault.** — *Etudes sur le terrain houiller de Commentry (Plantes)* (Société de l'Industrie Minérale.)

CARTES DE LA RÉGION. — CARTES GÉOLOGIQUES

1844. **Boulanger.** — *Carte géologique, minéralogique et topographique du département de l'Allier au* $\frac{1}{160000}$ (un atlas avec coupes). Moulins chez Desrosiers.
1850. **Boulanger et Bertera.** — *Carte géologique du département du Cher.*
1867. **Lecoq.** — *Atlas géologique du département du Puy-de-Dôme* $\frac{1}{40000}$ Paris in-fol. 24 feuilles.
1868. **Mallard.** *Carte géologique de la Creuse* (en manuscrit).
1876. **Douvillé.** — *Carte géologique détaillée de la France.* Feuille de *Bourges.*
1885. **De Grossouvre,** — Feuille d'*Issoudun.*
1888. **Michel Lévy.** — Feuille de *Clermont.*
1888. **Dagincourt.** — Feuille de *Saint-Pierre.*
1888. **De Launay.** — Feuille de *Moulins.*

CARTES TOPOGRAPHIQUES

Carte de l'État-Major. — Feuilles de *Montluçon, Gannat, Moulins, Aubusson, Clermont, Saint-Pierre, Issoudun.*

Séance du 19 *août* 1888

PRÉSIDENCE DE M. LORY, PUIS DE M. FAYOL

Les Membres de la Société se réunissent à 9 heures et demie dans la salle de la Fanfare de Commentry, qui a été gracieusement mise à leur disposition.

M. Lory, ancien président, assisté de M. Bergeron secrétaire, ouvre la session. Il rappelle qu'en venant à Commentry, la Société se propose d'étudier les faits qui ont amené M. Fayol à établir une nouvelle théorie de la formation des bassins houillers.

Il est ensuite procédé à la constitution du bureau pour la durée de cette session. Sont nommés :

MM. H. Fayol,	Président.
Grossouvre (de) Launay (de)	Vice-Présidents.
Bergeron Bourgery	Secrétaires.
Decorps Picandet	Vice-Secrétaires.

Sur la proposition du Président, on nomme trésorier, M. Picandet.

En prenant place au fauteuil, le président, M. Fayol, remercie les

les Membres de l'honneur qui lui est fait, et M. Lory, des compliments qu'il vient d'adresser aux organisateurs de cette Réunion.

Par suite des présentations faites dans la dernière séance, le Président proclame Membres de la Société :

MM. Hallopeau, boulevard Magenta, 124, à Paris, présenté par MM. Lousteau et de Selle.

Villedieux, à Lariaux, par Saint-Rémy-en-Rollat (Allier), présenté par MM. Fallot et Kilian.

Le programme suivant des excursions est proposé par M. Fayol :

Dimanche 19 août. — Réunion à 9 heures et demie, salle de la Fanfare. — De 1 heure et demie à 3 heures et demie, visite dans la salle des collections de la Compagnie, des roches, fossiles, reliefs, carte géologique, plans et coupes du bassin, coupes des tranchées. — Visite de la *Tranchée Saint-Edmond.* Convergence des bancs (l'examiner en descendant). — Roches brûlées. — Failles limitées. — Bancs de Houiller remanié. — Boules de grès dans les bancs. — Nodules de fer carbonaté. — Lits de chaux carbonatée. — Dioritine. Liens ferrugineux enveloppant les masses de dioritine ; fragments des bancs du mur emportés par la dioritine ; dioritine à vacuoles remplies de pholérite et de silice. — Houille et schistes métamorphisés par la dioritine. — Dîner et coucher à Commentry.

Lundi 20 août. — Départ à 7 heures. — *Tranchée de Forêt.* Régularité apparente des bancs. — Formation des grès noirs. — Grande couche, forte inclinaison. — Banc de Houiller remanié; galets de houille et de schistes. — Banc des Chavais; passage du poudingue à la houille. — Schistes bitumineux. — Nodules ferrugineux. — Schistes à insectes. — Bancs de schistes avec galets de grès. — Troncs sur les bancs du mur. — *Tranchée des Chavais.* Banc des Chavais (poudingue de 8 mètres d'épaisseur passant à la houille). — Grande couche; houille organisée. — Banc à fossiles, dit des Roseaux. — Schistes bitumineux passant à la houille. — Petits liens et nodules ferrugineux. — *Banc Sainte-Aline, aux Chavais.* Banc de 60 mètres d'épaisseur, formé de blocs énormes, se terminant en direction et en profondeur par un grès fin granitique. — *Tranchée de l'Espérance.* Glissement. — Plissement des bancs du toit. — Failles limitées. — Banc des Chavais passant à la houille. — Bancs à insectes. — Banc des Roseaux. — Troncs debout. — *Tranchée de Longeroux.* Grès noirs, plissement et ondulation des bancs; limite du grand plissement de l'Espérance. — *Carrière de Longeroux.* Dioritine interstra-

tifiée dans des bancs de grès. — *Chemin des Bâches.* Dioritine à l'état décomposé; en boules solides; en petits filonnets durs et quartzeux dans la masse décomposée. — Ancien lit de ruisseau dans la dioritine. — *Carrière des Pégauts.* Bancs lenticulaires et convergents. — Nombreux galets de houille. — *Goutilloux.* Formation des grès noirs. — Déjeuner à 11 heures, à *Commentry.* — Train pour Hyds, à 1 heure 50. — *Hyds au Soleil, par Beaumont.* Schistes cristallins, granulite blanche, granulite rose, pegmatite, quartz. On verra dans cette région les roches qui ont formé le banc de Sainte-Aline. — *Du Soleil à Hyds, par Merlerie.* Filon de quartz. Entre le granite et le micaschiste, filon de granulite rose. — *De Hyds à Colombier.* Asbeste dans le micaschiste, quartz amphibolique. — Départ pour *Commentry,* par voitures. — Affleurements anthraciteux. — Bancs à insectes, galets de culm. — Pointements de dioritine. — Arrivée à *Commentry*, 5 heures. — Expériences sédimentaires. — Rentrée en ville par la route de Colombier. — On verra sur cette route la dioritine décomposée, des schistes et grès porcelanisés par le contact de la dioritine et la dioritine en nappes puissantes au milieu des grès. — Séance le soir à 8 heures, salle de la Fanfare.

Mardi 21 août. — A 6 heures 1/2, visite de l'atelier de préparation mécanique des charbons. — Criblage, triage et lavage de la houille. A 7 heures 1/2, départ en voiture pour la *Prise d'eau, par Bazergue.* Beaux filons de pegmatite; roches à grenats, à cordiérite, à sillimanite; gneiss granulitique. — *Tranchées du Pré-Gigot et de l'Ouest.* Glissement et plissement des bancs du toit et de la couche, parois Ouest et Est. — Faille limitée. — Fer carbonaté, en gros nodules, dans les bancs schisteux. — Fer carbonaté dans la houille. — Bassin gallo-romain; argile renfermant des débris végétaux, des insectes, des fragments d'ossements, de la vivianite, etc. — Bancs à fossiles. — Banc de houille remanié, galets de schistes. — Glissement des bancs du toit (troncs debout). — Grande couche ramifiée. — *Grande Tranchée.* Bancs lenticulaires, bancs convergents; Grande couche, ses ramifications. — Déjeuner à 11 heures, à *Commentry.* — Train pour les Ferrières à 1 heure. — *Ferrières.* Dioritine empâtant de la granulite, filon de granulite et de microgranulite. — *Chemin de fer de la Mine.* Terrain primitif. — Provenance des galets que l'on verra à Bourdessoulles. — *Bourdessoulles.* Galets dans le terrain houiller. — *Cerclier.* Dioritine à vacuoles. — *Pérassier.* Petit bassin houiller. — *Néris.* Station thermale. — Retour à *Commentry* (voitures). Dîner et coucher à Commentry. — Visite de la *forge*, après dîner.

Mercredi 22 août. — Départ pour Tizon à 7 heures par le chemin de fer de la Mine. — *Tizon.* Permien. — Limite du terrain houiller et du terrain primitif. — *Montvicq*. Permien à Sainte-Marie, couches à fossiles. — *Varennes et la Ville.* Filon siliceux de l'époque permienne. — *Les Chauvais.* Dioritine. — Arrivée à *Bézenet*, à 10 heures. — Séance jusqu'à midi. — Déjeuner à Bézenet. — *De Bézenet à Rongères.* Galets houillers. — Schistes cristallins. — *Rongères.* Masses de schistes à fossiles. — *Vizelle.* Montagnes gneissiques et filon de quartz permien. — Silicification. — Retour à *Commentry* par le chemin de fer de la Mine. — Dîner à Commentry, salle de la Fanfare, à 7 heures.

Jeudi 23 août. — Départ de Commentry à 6 heures 45, pour *Louroux*, par le chemin de fer. — *De Louroux aux carrières de kaolin d'Échassières*(6 kilom.). Visite des carrières. — *D'Échassières à Menat* (15 kilom.). Déjeuner à Menat. — *Menat.* Visite des gisements de tripoli. — Fossiles. — *De Menat par Blot-l'Eglise, à Châteauneuf* (20 kilom.). Micaschistes, Microgranulite en coulées, Orthophyres, Tuf d'Orthophyres. — *Châteauneuf.* Sources minérales.

Vendredi 24 août. — *De Châteauneuf à Manzat*, départ à 7 heures, (15 kilom.), 11 kilom. en voiture et 4 kilom. à pied. — Tufs porphyritiques et basalte. — *De Manzat au Gour de Tazenat* (6 kilom.). Cratère d'explosion, filons de microgranulite pinitifère, lave, etc. Déjeuner à Manzat. — *De Manzat à Riom.* Ascension du *puy de Chatard.* — Micropegmatite à étoilements de *Saint-Hippolyte.* — Filon de quartz de *Chatelguyon.* — Arkose tertiaire. — Granite à amphibole, granulite et porphyrite amphibolique des *gorges d'Enval.* — Dîner à *Riom.* — *De Riom à Moulins* en chemin de fer. Coucher à *Moulins.*

Samedi 25 août. — Départ de Moulins pour Coulandon à 6 heures 1/2, en voiture. — *Coulandon.* Permien fossilifère (plantes). — Calcaire de la Limagne fossilifère. — *De Coulandon à Souvigny*, en voiture (Course à pied de 4 kilom.). Carrière de Permien fossilifère des *Bourrus* (Vertébrés). — *De Souvigny à Noyant.* Pointements de porphyrite labradorique au contact du granite et du terrain houiller. — Déjeuner à *Noyant.* — *De Noyant à Messarges.* Grands épanchements siliceux. — *Messarges au Moulin Boucheron.* Affleurements des schistes bitumineux de Buxière. — *Du Moulin Boucheron à Bourbon.* Sources thermales, îlot gneissique, filons de fluorine. Calcaire oligocène de Saint-Menoux. Retour et dîner à Moulins.

Dimanche 26 août. — A 8 heures, séance de clôture. —

Départ de Moulins à 11 heures pour Saint-Amand; arrivée à 3 heures et demie.

Lundi 27 août. — *Environs de Saint-Amand.* Coupe du Lias supérieur, calcaire à Poissons, niveau à Gastropodes. — Déjeuner à Saint-Amand. — *De Saint-Amand aux Cottards.* Infra-Lias et Lias moyen fossilifères. Dîner et coucher à Saint-Amand.

Mardi 28 août. — *De Saint-Amand à Venesmes.* Bathonien, Callovien, Marnes à spongiaires et *Am. canaliculatus*, Calcaire à *Am. bimammatus.*

Ce programme, mis aux voix, est accepté à l'unanimité.

M. Fayol rappelle que la région de Commentry a été adoptée cette année comme siège de la Réunion extraordinaire de la Société géologique, à la suite d'une proposition faite dans le cours de la session extraordinaire de l'année dernière, par MM. Bertrand, de Lapparent et de Rouville ; ces messieurs pensaient que la Société verrait avec intérêt le bassin qui a servi de point de départ pour l'application de la théorie des *deltas* aux formations houillères. Bien que l'aspect des lieux ait subi depuis quelques années d'assez grandes modifications sous l'influence du temps et des travaux d'exploitation, les ravins, les chemins creux et surtout les tranchées de la houillère constituent encore de remarquables champs d'observation.

Puis M. Fayol fait la communication suivante :

Résumé de la **Théorie des Deltas** *et Histoire de la* **formation du Bassin de Commentry** (1),

par M. **H. Fayol.**

(Pl. XXXII.)

La *théorie des deltas* peut se résumer comme suit :

Un cours d'eau qui charrie des galets, du sable, du limon et des végétaux, forme, dans le bassin où il se jette, un dépôt stratifié.

Les couches sont composées tantôt uniquement de gravier, ou de sable, ou de limon, ou de végétaux ; tantôt d'un mélange de ces divers éléments.

Si les eaux du bassin sont tranquilles, les couches sont *inclinées*, *irrégulières* et *peu étendues* ; si les eaux du bassin sont agitées par des vagues, les couches sont *moins inclinées*, *plus étendues* et *plus régulières.*

(1) Pour plus de détails, voir : H. Fayol. — Lithologie et stratigraphie du Terrain houiller de Commentry. *Bull. Soc. Ind. Min.* 2e série, t. XV, 3e et 4e livraisons.

L'*inclinaison* peut varier de 0 à 45 degrés ; elle atteint le maximum avec les éléments les plus grossiers dans les bassins les plus tranquilles ; avec des éléments ténus ou légers et des eaux agitées, elle tend vers l'horizontalité.

L'*étendue* et la *régularité* des couches sont d'autant plus grandes que les sédiments sont plus fins ou plus légers et que les eaux du bassin sont plus agitées.

Les lois sédimentaires précédentes qui se vérifient dans tous les deltas, depuis le plus grand jusqu'au plus petit et même dans les dépôts artificiels formés par des filets d'eau dans des bassins de quelques litres, découlent des faits élémentaires suivants bien connus d'ailleurs :

Lorsqu'un corps solide tombe librement en eau tranquille, sa vitesse s'accroît d'abord jusqu'à un certain degré, puis elle reste constante ; toutes choses égales d'ailleurs, cette vitesse augmente ou diminue en même temps que le volume et la densité des corps ; elle diminue quand leur surface augmente.

Lorsque la chute a lieu en *eau tranquille*, les matériaux grossiers et denses tombent verticalement, les autres s'écartent d'autant plus de la verticale que leur chute est plus lente. Il en résulte que les matériaux se distribuent autour du point d'arrivée en formant un cône dont l'arête est d'autant plus inclinée que les matériaux sont plus gros et plus denses.

Dans un bassin *agité par des vagues*, le mouvement de va-et-vient des eaux a pour effet de triturer et d'étaler les matériaux et d'en faire des couches moins inclinées, plus étendues et plus régulières.

Deux corps sont dits *équivalents* lorsqu'ils prennent dans l'eau la même vitesse de chute ; à ce point de vue, des animaux et des végétaux énormes peuvent être équivalents de très fines particules minérales.

Les corps ténus ou légers tendent à aller au large ; cependant ils forment parfois des couches distinctes au milieu des sédiments grossiers.

Avant de se déposer, les matériaux charriés par les cours d'eau sont soumis à des actions chimiques et surtout à des actions mécaniques qui peuvent faire passer les roches les plus dures à l'état de poussière impalpable ; les matières organiques subissent des décompositions et des désagrégations analogues.

Lorsque le cours d'eau arrive au bassin, les matériaux charriés, échappant à l'action du courant, se déposent et comblent d'abord les parties profondes ; puis s'étant peu à peu élevés jusqu'à la surface du bassin, ils forment une nappe superficielle dite *alluviale* qui recouvre

la partie *neptunienne* précédemment déposée. Le cours d'eau est alors obligé de relever son lit pour porter ses eaux en avant.

Toute modification dans le volume, la vitesse et la position du cours d'eau ainsi que dans le degré d'agitation des eaux du bassin ; tout changement dans la nature, la grosseur et la proportion des matériaux charriés, laissent leur empreinte dans l'allure du dépôt.

Les couches *fluvio-lacustres* renferment généralement une plus forte proportion de matériaux grossiers, et elles sont plus inclinées, moins régulières et moins étendues que les couches *fluvio-marines*. Cela tient à ce que la plupart des affluents des lacs sont torrentiels et charrient par suite beaucoup de matériaux grossiers, tandis que les fleuves portent surtout du limon à leur embouchure ; cela tient aussi à ce que les eaux des lacs sont moins agitées que celles de la mer. Mais comme la mer a des parties tranquilles, et qu'elle reçoit des cours d'eau torrentiels, et que, d'autre part, certains lacs ont des affluents au cours régulier et tranquille, les formations fluvio-marines et fluvio-lacustres sont reliées par tous les degrés possibles.

Les *terrains houillers* ont avec les *deltas* actuels les plus grandes analogies :

Les uns et les autres sont essentiellement composés de matériaux charriés par les cours d'eau ; les couches végétales des deltas sont représentées dans les terrains houillers par les combustibles d'origine végétale.

Dans les terrains houillers comme dans les deltas, l'*étendue* des couches varie de quelques mètres à des milliers de kilomètres carrés; la *puissance* va de la simple trace à des dizaines de mètres ; la *grosseur des éléments*, du grain le plus fin au bloc de plusieurs mètres cubes.

On trouve également dans ces deux sortes de terrains :

Les variations de nature et de puissance d'un même banc ;

Le défaut de parallélisme des bancs ;

Les changements assez rapides de constitution élémentaire des diverses parties d'un même dépôt dans le sens latéral ;

La disparition assez rapide d'un faisceau de bancs;

La ramification des couches ;

La constitution variable du toit et du mur des couches d'origine végétale ;

Les amas de combustible aux formes bizarres ;

Les intercalations minérales au milieu d'une couche végétale ;

Les fausses stratifications, les corrosions, les refoulements, plis-

sements, glissements, cassures et autres accidents *locaux* qui n'affectent qu'un petit nombre de bancs et sur un espace restreint ;

Les bancs remaniés ;

Les tiges végétales couchées, inclinées et debout au milieu des sédiments détritiques ;

Etc...

Toutes ces particularités appartiennent également aux terrains houillers et aux deltas actuels. Elles sont très prononcées dans les deltas lacustres ainsi que dans les dépôts houillers du Plateau central ; elles le sont beaucoup moins dans les deltas marins ainsi que dans les dépôts houillers du Nord de la France.

Il y a, d'une part, entre les dépôts artificiels en eau tranquille, les deltas lacustres et les terrains houillers du Plateau central ; d'autre part, entre les dépôts artificiels en eau agitée, les deltas marins et le terrain houiller du Nord, les plus grandes analogies.

Telles sont, dit M. Fayol, les principales raisons qui m'ont fait appliquer la théorie des deltas aux formations houillères ; la Société pourra constater sur place que cette théorie explique bien le mode de formation des diverses particularités du terrain houiller de Commentry.

M. Fayol insiste sur certaines dispositions stratigraphiques qui sont en opposition avec les notions classiques :

On admettait par exemple, comme un axiome, que toutes les couches se sont formées horizontalement ; or, les couches des deltas se forment sous toutes les inclinaisons comprises entre zéro et quarante-cinq degrés ;

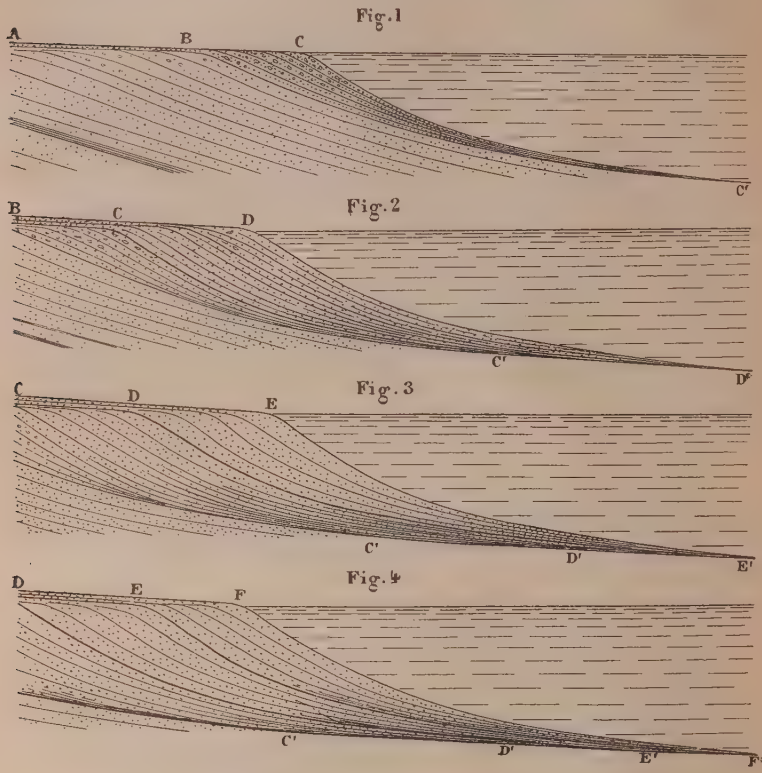
On ne supposait pas que les différentes parties d'une même couche pussent être d'âge différent, et que des couches placées à des niveaux géologiques différents pussent être contemporaines ; ces faits se présentent cependant assez fréquemment dans les deltas. La partie C′ de la couche C′ F′ par exemple, (fig. 1, 2, 3 et 4, p. 972) est plus ancienne que la partie F′ de la même couche ; et les bancs E F qui sont de beaucoup au-dessus de la partie C′ de la couche C′ F′ sont contemporains de la partie F′ de la même couche ;

Par suite du mode de formation des deltas, il n'y a pas de rapport forcé entre l'âge des couches et leur hauteur au-dessus de la base du dépôt ; telle couche qui est à 1000 mètres de distance de la base du dépôt, peut être plus ancienne qu'une autre couche qui repose directement sur cette base ;

L'épaisseur totale d'un dépôt, n'a pas non plus de rapport forcé avec la somme des épaisseurs des couches qui le constituent. Un bassin de 100 mètres de profondeur et de 1 kilomètre de longueur,

peut être comblé par des couches inclinées de 25 à 40 degrés; l'épaisseur du dépôt serait de 100 mètres et la somme totale des épaisseurs des couches, de près de 1000 mètres.

Il ne faut pas perdre de vue ces diverses considérations si l'on



veut comprendre le mode de formation du terrain houiller de Commentry.

La carte (Pl. XXXVII) montre dans l'espace compris entre Montluçon et Moulins, sur une distance de 60 kilomètres, deux séries alignées de petits bassins houillers séparés par une crête granitique : Commentry, Montvicq, Villefranche et Buxières d'un côté; Saint-Eloi, les petits îlots de Montmarault, Montet-Noyant de l'autre.

La région située au sud du bassin devient de plus en plus montagneuse, tandis que vers le nord le sol est moins accidenté. Les reliefs les plus accusés sont formés par des collines granitiques ou gneissiques qui entourent le terrain houiller et le dominent de toutes parts.

A l'exception d'une petite région au N.-O. où il est caché par des nappes permiennes dont l'épaisseur ne dépasse pas 40 mètres, le terrain houiller de Commentry est partout découvert ou couvert seulement par une mince couche d'alluvions. Il se compose principalement de roches à gros éléments (conglomérats, poudingues, grès à blocs), les grès viennent ensuite, puis les schistes et enfin la houille qui n'entre que pour une bien faible proportion dans la masse totale du terrain houiller.

Ces différentes roches sont réparties non au hasard, mais bien dans un certain ordre (Pl. XXXII, fig. 1 [1]). Il y a trois zones de roches à gros éléments, correspondant aux régions de Longeroux (Z^2), de Montassiégé (Z^1), et de Bourdesoulles (Z^4), et deux zones de roches à éléments plus fins, comprenant des grès, des schistes et de la houille et correspondant aux régions des Pégauds (Z^5) et des Ferrières (Z^3). On voit que ces zones ne se succèdent pas parallèlement à la stratification générale, mais qu'elles forment des dépôts disposés latéralement les uns aux autres.

D'autre part, dans chacune des zones, les éléments étant assez grossiers pour qu'on puisse déterminer la nature des roches dont ils proviennent, on reconnaît que celles-ci sont différentes d'une zone à l'autre. On peut donc admettre que les courants qui ont amené ces débris provenaient de régions différentes. Mais il y a passage latéral d'une zone à l'autre aussi bien pour la nature que pour la grosseur des éléments constitutifs.

En allant de l'ouest vers l'est, on rencontre à Bourdesoulles une petite zone caractérisée par des galets de microgranulite et de granite micacé qu'on ne retrouve nulle part ailleurs; puis la zone des Ferrières où se voient des gneiss, des granites roses et gris et une variété de granulite qui n'existent pas dans les autres zones. Ensuite vient la zone de Montassiégé qui occupe une surface de 1150 hectares; elle est caractérisée par la présence d'un granite gris

(1) Figure extraite du Mémoire de M. Fayol, Pl. II, fig. 1.

Toutes les figures extraites du Bulletin de la Société de l'Industrie Minérale ont été reproduites avec l'autorisation du Conseil de cette société.

Le Conseil de la Société géologique, vu l'importance des communications faites pendant la Réunion extraordinaire dans l'Allier, a accepté, par exception, la reproduction de figures déjà publiées.

et d'une granulite grise et par un granite résinoïde et une granulite porphyrique qu'on ne rencontre pas ailleurs. Puis vient la zone de Longeroux qui est constituée en grande partie par les débris d'un dépôt anthracifère. Enfin on remarque aux Pégauds, entre les zones de Montassiégé et de Longeroux, une surface de 420 hectares environ qui possède, réunis et avec des dimensions plus faibles, tous les éléments des deux zones voisines.

Les fig. 2, 3 et 4, Pl. XXXII (1) montrent comment les trois zones de Longeroux, de Montassiégé et de Bourdessoulles se rencontrent en profondeur. La zone de Montassiégé (Z') occupe une grande partie du bassin.

Tous ces éléments détritiques se trouvent en place dans les massifs qui entourent le bassin de Commentry.

La couche de houille la plus importante est désignée sous le nom de *grande couche*. Au S.-E., à Longeroux, elle apparaît aux affleurements avec quelques centimètres d'épaisseur, puis elle se renfle peu à peu, atteint 10 à 12 mètres à Saint-Charles, garde cette puissance moyenne sur deux kilomètres et demi de longueur, s'amincit ensuite et finit par disparaître du côté de Montassiégé. Dans le sens de l'inclinaison, la grande couche s'amincit aussi graduellement et disparaît vers la profondeur de 350 mètres (Pl. XXXII, fig. 4). La forme des affleurements rappelle celle d'un C. Il y a entre ces affleurements et la base du terrain houiller une épaisseur de terrain variant de 500 à 800 mètres. Avant de disparaître à l'ouest la grande couche s'est divisée, ramifiée en six couches distinctes qui vont en divergeant (Pl. XXXII, fig. 5) (2).

Deux autres couches, celle des *Grès noirs* et celle des *Pourrats* qui sont séparées de la grande couche dans leur partie médiane par des épaisseurs de bancs de 80 à 150 mètres, se réunissent à la grande couche, vers Longeroux. On compte à l'ouest huit couches séparées entre elles par une épaisseur totale de grès et de schistes de plus de 200 mètres; elles sont toutes des ramifications de la couche unique de Longeroux.

A la base de la zone des Pégauds, on touve quelques veines lenticulaires d'anthracite; il en est de même dans la zone des Ferrières, où l'anthracite de la base se trouve, sur certains points, très rapprochée des couches de houille (3) (Pl. XXXII, fig. 6, 7 et 8).

Les schistes accompagnent toujours la houille; ils se rencontrent

(1) Mém. de M. Fayol, Pl. II, fig. 2, 5, 6.
(2) *Ibid.* Pl. II, fig. 7.
(3) *Ibid.* Pl. II, fig. 3 *bis*, 8, 9.

surtout aux Pégauds et aux Ferrières; ils sont rares à Longeroux et plus rares encore à Montassiégé. Ils sont tantôt micacés, tantôt argileux; enfin ils peuvent être bitumineux. Ils renferment toujours des débris de houille et parfois passent à la houille.

Les grès ont une composition très variable; on y retrouve toutes les roches anciennes du voisinage et des débris houillers remaniés. Ces grès forment des bancs qui passent parfois d'un côté au schiste et de l'autre au poudingue. Il y aussi passage des grès à la houille.

Telles sont d'une manière générale, l'allure et la composition des sédiments houillers qui remplissent le bassin de Commentry. Dans nos courses nous rencontrerons les particularités du terrain houiller et les différentes roches qui ont fourni les éléments constitutifs; nous verrons encore quelques roches accessoires : le carbonate de fer, la calcite, la silice, la pholérite, la pyrite et une porphyrite micacée qui a été désignée sous le nom de dioritine.

En s'appuyant sur les faits que nous venons de signaler dans le bassin de Commentry, on peut reconstituer comme suit l'histoire de sa formation :

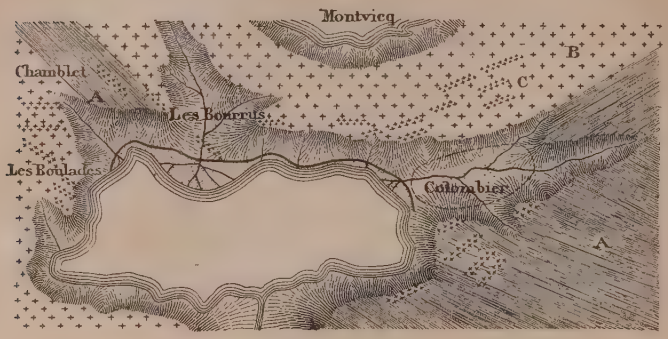
Au début, un lac entouré de montagnes escarpées se trouvait à la place actuellement occupée par le terrain houiller. Les eaux de pluie corrodant peu à peu le sol, creusèrent des vallées et charrièrent jusqu'au lac des galets, des sables, du limon et des végétaux qui finirent par le combler ; ce sont ces matériaux qui ont constitué les couches de poudingues, de grès, de schistes et de houille dont se compose le terrain houiller.

La période houillère a dû commencer alors que le sol était très accidenté : il ne nous est pas possible d'apprécier l'importance des mouvements les plus anciens ; mais lors de l'éruption des granulites, il a dû se produire des dénivellations de plusieurs centaines de mètres, auxquelles ont dû correspondre des reliefs qui n'avaient point disparu lors des dislocations qui marquèrent la fin de la période carbonifère. Le sol présentait alors des reliefs alpestres, et des lacs dont le remplissage est l'origine de tous les bassins houillers du Plateau Central de la France. Le lac de Commentry fut l'un des premiers remplis: il avait une forme allongée et mesurait 9 kilomètres de long sur 3 de largeur moyenne. La profondeur maxima atteignait 800 mètres. Les eaux devaient se déverser vers le sud.

La sédimentation a commencé aussitôt que les eaux, ruisselant sur les pentes, se sont rendues dans la dépression pour former un lac.

Les sédiments amoncelés par les cours d'eau à leur embouchure n'ont pas tardé à former des deltas; on voit sur la figure 5 (1) la dis-

Fig. 5.



position des premiers deltas sur les rives ouest, nord et est; il n'y en a pas sur la rive méridionale qui devait être abrupte et peu élevée. Deux deltas ont pris tout d'abord un assez grand développement, celui des Bourrus au nord et celui de Colombier à l'Est.

Le cours d'eau qui a formé le premier a coulé d'abord sur les micaschistes dont les débris ont formé les premiers dépôts; puis, en creusant le sol de plus en plus vers l'amont, il a atteint la masse granitique dont les débris forment la partie supérieure du delta; sa pente était forte et il roulait des galets et même des blocs avec des sables, du limon et des débris de plantes. Tous ces éléments se sont distribués conformément aux lois précédemment signalées dans l'étude des deltas.

Le delta de Colombier, beaucoup moins volumineux que celui des Bourrus, se compose surtout de débris du dépôt anthracifère de Merlerie avec une certaine quantité de schistes cristallins; le granite y fait complètement défaut.

Les petits deltas de Chamblet et des Boulades et les dépôts plus petits encore de la rive nord-est entre les Bourrus et Colombier ont aussi chacun une constitution lithologique spéciale, en rapport avec la nature des terrains parcourus par leurs cours d'eau respectifs.

Le cours d'eau des Bourrus alimenté par une plus grande quantité d'eau, poussa ses atterrissements rapidement et s'avança ainsi vers la rive méridionale du lac. Son delta finit par rejoindre latéralement

(1) Mém. de M. Fayol, Pl. IV, fig. 1.

vers l'est le delta de Colombier et vers l'ouest celui de Chamblet. Il en est résulté un mélange des éléments de ces deltas. Les matières légères, argiles et végétaux, provenant à la fois du cours d'eau de Colombier et de celui des Bourrus, se sont longtemps déposées dans l'anse des Pégauds et y ont formé les couches de schiste et de houille; pendant le même temps les apports de même nature des cours d'eau de Chamblet et des Bourrus s'amoncelaient dans l'anse des Ferrières. (Pl. XXXII, fig. 1) (1).

Vers le moment où la grande couche de houille des Pégauds s'achevait, le cours d'eau de Colombier, après avoir attaqué les dépôts anthracifères de Merlerie, gagnait la région du gneiss granulitique, dont les débris constituent principalement la partie supérieure de la zone de Longeroux.

Plus tard, le lac en grande partie rempli par les apports des cours d'eau, est divisé en deux par le delta des Bourrus qui a gagné la rive méridionale ; les eaux n'occupent plus alors que deux petits bassins qui se réduiront de plus en plus ; mais auparavant se seront formées dans le bassin des Pégauds les couches des *Grès noirs* et des *Pourrats*. Celles-ci sont peu puissantes, irrégulières, lenticulaires et impures ; elles portent manifestement les empreintes d'une sédimentation peu profonde, troublée par les déplacements fréquents de l'embouchure des cours d'eau.

Après le dépôt de la couche des Pourrats, il ne se forma plus que quelques amas végétaux sans importance; et les sédiments ne sont plus constitués que par des matériaux grossiers.

Enfin le lac fut comblé; mais l'action des cours d'eau se poursuivit et la corrosion, qui s'était exercée sur la nappe alluviale pendant la formation même du dépôt, continua à détruire les parties supérieures du terrain houiller

Le lac de Commentry était comblé depuis longtemps lorsque la dioritine (porphyrite micacée) fit sa première apparition; à ce moment le lac de Doyet-Montvicq n'était encore qu'à moitié rempli, ainsi qu'en témoignent les galets roulés de cette roche que l'on rencontre au milieu des cailloux du terrain houiller. D'ailleurs les éruptions de cette porphyrite se sont reproduites à plusieurs reprises, même après le remplissage de tous les lacs.

Plus tard, au début de la période permienne de nombreuses sources siliceuses surgirent; quelques mouvements du sol ayant transformé des vallées en lacs, les eaux thermo-minérales coulèrent avec les eaux de pluie vers ces lac. Les dépôts permiens qui en sont

(1) Mém. de M. Fayol. Pl. II, fig. 1.

résultés se distinguent des dépôts houillers par une forte proportion de silice et par des colorations jaunes et rouges laissées par les sels de fer des eaux thermales. De plus, les éléments charbonneux y font défaut, ce qui s'explique par l'action des eaux minérales.

Cependant la présence de végétaux de mêmes espèces dans le Houiller et dans le Permien montre que le climat était peu différent.

Les dépôts permiens s'effectuèrent à la fois sur le Houiller et sur les roches granitiques.

La discordance que l'on constate entre le Permien et le Houiller, résulte non d'un soulèvement, mais du fait que le lac houiller était comblé, lorsque les couches permiennes se déposèrent.

A Commentry on ne voit, à part quelques alluvions, aucun dépôt sédimentaire postérieur à la période permo-carbonifère. La position superficielle des nappes permiennes semble prouver qu'il ne s'est formé aucun nouveau dépôt sédimentaire dans la région. L'horizontalité approximative de ces nappes tend aussi à faire supposer que le sol n'a subi depuis aucun grand bouleversement. Cependant, les observations faites dans le Plateau Central prouvent qu'il y a eu des mouvements considérables ; quelques-uns même ont affecté les terrains houillers. Mais ce ne sont pas eux qui ont déterminé l'inclinaison ni troublé la régularité des couches de Commentry, comme on pourrait le croire, en partant de l'hypothèse de l'horizontalité primitive des couches. L'allure générale des couches, à Commentry, s'explique bien sans l'intervention de bouleversements postérieurs à l'ère permienue.

Nous avons essayé de nous rendre compte du temps qu'a exigé cette formation. On trouvera ailleurs (1) les données qui ont servi de bases à ces recherches ; nous signalerons seulement ici les résultats : le bassin de Commentry a pu se remplir en 170 siècles. Ce nombre correspond à une marche d'atterrissement très faible, très probablement inférieure à la vitesse réelle, et à un transport de débris végétaux réduit au minimum. Il en résulte que le chiffre donné ci-dessus est un maximum. Dans l'hypothèse des tourbières, c'est-à-dire en supposant qu'il y ait eu végétation sur place avec affaissements du sol, il faudrait admettre une durée de formation d'au moins 8,000 siècles.

Telle est, en résumé, l'histoire de la formation du bassin de Commentry.

(1) *Bull. Ind. Min.*, 2e série, t. XV, 3e et 4e livraisons, p. 320.

A la suite de cette communication, M. **Mallard** fait remarquer que le dépôt horizontal des éléments sédimentaires est incontestable en ce qui concerne les formations en haute mer, à une certaine distance des terres et que le dépôt incliné est spécial aux deltas.

De plus, durant la période houillère, il y a eu des modifications nombreuses dans le relief du sol ; c'est à la suite d'un ou de plusieurs de ces mouvements qu'ont dû se former les bassins qui ont été comblés postérieurement, et il est bien probable que les phénomènes qui les ont produits se sont prolongés durant toute la période qui, d'ailleurs, se termine encore par des accidents analogues. Si, à Commentry, ils ne se laissent pas voir, il y aura très probablement lieu d'en tenir compte dans les autres bassins, car ils auraient dû modifier les conditions de dépôt des éléments détritiques.

Dans l'exposition de sa théorie et de l'application de celle-ci au bassin de Commentry, M. Fayol n'a pas mentionné de changements de flores tels qu'on en a observé dans les différentes couches de plusieurs bassins houillers; il ne semble pas attacher à ces changements toute l'importance que certains paléontologistes leur attribuent.

M. **Fayol** partage les idées que M. Mallard vient d'exprimer : les dépôts sédimentaires de haute mer, ordinairement constitués par des matériaux ténus ou légers, tendent à former des couches horizontales et non pas des couches inclinées comme les sédiments les plus grossiers des deltas.

Quant aux mouvements généraux de l'écorce terrestre, M. Fayol ne conteste point qu'ils aient pu agir sur le terrain houiller de Commentry ; mais ces mouvements ne paraissent pas avoir troublé notablement ce terrain, et la plupart des phénomènes qu'on y rencontre peuvent s'expliquer sans ces mouvements.

Enfin, pour la flore, M. Fayol est convaincu qu'il ne faut pas trop y compter pour classer les différentes couches des petits bassins lacustres comme celui de Commentry ; mais il n'a jamais pensé qu'il fallût y renoncer pour distinguer entre elles les grandes formations géologiques.

M. **Bertrand** fait remarquer combien les explications qu'a données M. Fayol complètent bien les idées exposées dans son ouvrage sur le bassin de Commentry et font disparaître les quelques objections que l'on pourrait faire à la lecture.

Séance du 20 *août* 1888.

PRÉSIDENCE DE M. H. FAYOL.

La séance est ouverte à huit heures du soir dans la salle de la Fanfare.

Le procès-verbal de la dernière séance est lu et adopté.

Le secrétaire rend compte de la visite faite par la Société dans l'après-midi du 19 août, dans la salle des collections de la Compagnie des Houillères.

La Société géologique a pu se rendre compte, en voyant les échantillons recueillis dans la région de Commentry, de la variété des roches qui constituent le terrain houiller et les terrains encaissants. Un rapprochement intéressant a été fait entre les galets du terrain houiller et les roches en place des régions voisines.

La collection des fossiles (végétaux, poissons, insectes) du terrain houiller de Commentry est une des plus belles que l'on connaisse ; elle a permis la publication de la Faune et de la Flore de ce bassin entreprise par la Société de l'Industrie minérale de Saint-Étienne.

Des cartes, des plans et des coupes, dont quelques-unes du talus des tranchées, à l'échelle d'un centimètre par mètre, représentent d'une manière très nette les faits que la Société verra sur place.

Des photographies et des dessins des expériences sédimentaires faites par M. Fayol, montrent des dispositions analogues à celles des couches houillères.

Des plans en relief représentent diverses phases de la formation houillère : sur le premier, on voit, à l'emplacement qu'occupera plus tard le terrain houiller, un lac bordé de montagnes abruptes ; sur le deuxième, quelques deltas, formés par des cours d'eau, s'avancent dans le lac, en promontoires isolés ; le troisième représente un degré de remplissage plus avancé du lac : les deltas ont progressé et se sont rencontrés.

*Compte rendu de l'*excursion *du* 19 *août dans* la tranchée Saint-Edmond.

par M. H. Fayol.

(Pl. XXXIII et XXXIV.)

En descendant les degrés qui conduisent au fond de la tranchée, on a devant soi un talus presque vertical qui montre nettement, sur 30 à 40 mètres de hauteur, la Grande Couche de houille coupée dans

le sens de sa direction, et les bancs qui la recouvrent (Pl. XXXIII, fig. 3) (1).

La Grande Couche, que nous voyons ici dans sa partie médiane, a de dix à douze mètres d'épaisseur; au-dessus viennent immédiatement des schistes plus ou moins charbonneux ou bitumineux; puis les grès font leur apparition en petits filets, qui deviennent de plus en plus nombreux et puissants, de telle sorte qu'à 30 mètres de hauteur, les grès dominent et les schistes sont rares.

A distance, le toit de la Grande Couche paraît net, linéaire; de près on ne distingue plus où finit la houille et où commencent les schistes; la limite est confuse; sur plusieurs décimètres, parfois sur plusieurs mètres, la houille de plus en plus schisteuse alterne avec des schistes plus ou moins charbonneux. On voit nettement un faisceau de bancs du toit de 35 mètres d'épaisseur disparaître presque complètement sur une distance de 260 mètres. Il en résulte une convergence très prononcée des bancs supérieurs vers la couche de houille.

Ce fait s'observe très fréquemment au toit de la Grande Couche. La coupe d'ensemble (Pl. XXXIII, fig. 1) (2) montre que les bancs du toit se rapprochent et s'éloignent alternativement de la houille, dessinant ainsi de grandes ondulations au-dessus de la Grande Couche. L'obliquité est toujours peu sensible près de celle-ci; mais, plus haut, la divergence s'accuse généralement et l'on rencontre nombre de bancs de grès inclinés de 20° à 30° sur le plan de la Grande Couche.

Dans le sens de la direction, l'inclinaison des bancs supérieurs sur le plan de la grande couche est tantôt dans un sens, tantôt dans l'autre ; dans le sens de l'inclinaison de la grande couche, la convergence des bancs supérieurs a toujours lieu vers l'aval.

Cette disposition résulte des conditions dans lesquelles s'est fait le remplissage du lac houiller. Pendant que la couche végétale s'étend au fond du bassin, les deltas progressent; de temps en temps, à la suite d'une déviation de cours d'eau ou d'une inondation, les végétaux se recouvrent de limon, de sable ou de galets; puis, peu à peu, pendant que la couche végétale continue à se développer dans les profondeurs du lac, sa partie supérieure disparaît sous les atterrissements (fig. 1, 2, 3, 4 p. 972). Toutes les ondulations du toit au-dessus de la Grande Couche ont une origine semblable et sont dues soit aux multiples embouchures des deux principaux cours d'eau de la région, soit au déplacement de ces cours d'eau.

Ces particularités ne sont pas spéciales au voisinage de la Grande

(1) Mém. de M. Fayol, Pl. VI, fig. 6.
(2) *Ibid.*, Pl. VI, fig. 2.

Couche ; mais nulle part elles ne peuvent être plus facilement étudiées à cause de la nature très différente des sédiments du toit.

On voit aussi des bancs de grès de 4 ou 5 mètres d'épaisseur, à grains grossiers, passer à un grain plus fin et au schiste à mesure qu'ils se rapprochent de la Grande Couche. Les bancs de grès puissants que l'on voit à 30 ou 40 mètres au-dessus de la Grande Couche, disparaissent presque tous ainsi. De sorte que la série de bancs, partout analogue, que l'on voit au toit de la Grande Couche dans toute l'étendue de la tranchée (schiste charbonneux, schiste alternant avec des grès, puis grès), n'est pas constituée par les mêmes bancs, mais seulement par des bancs semblables. Cette disposition des couches correspond à celle que nous avons signalée sur les flancs des deltas.

La tranchée Saint-Edmond présente de beaux exemples de grès remaniés. Ces grès que, de loin, l'on ne distingue pas des autres, renferment des fragments de grès et de schistes quelquefois assez volumineux. A l'ouest de la tranchée, la moitié environ des grès est constituée par du Houiller remanié. Ces bancs sont généralement très lenticulaires ; on en voit qui, sur 25 mètres seulement de distance, passent de 5 mètres de puissance à $0^{m}50$, et de l'état de grès poudingue à celui de grès schisteux. (Pl. XXXIV, fig. 1.) (1).

Les débris de Houiller (fragments de grès, de schistes, de houille) que l'on rencontre ainsi dans un certain nombre de bancs, proviennent des corrosions de la plaine alluviale par le cours d'eau qui l'avait formée.

Le ravinement de la plaine alluviale peut être causé par une crue ou par un déplacement du lit du cours d'eau ; il peut aussi résulter d'une corrosion du lit du déversoir du bassin. Cette dernière cause fait que les deltas lacustres renferment généralement plus de débris remaniés que les deltas marins.

Les débris des couches alluviales emportés par la corrosion vont se mêler dans le dépôt à ceux venus du dehors. Certaines couches neptuniennes renferment une proportion considérable de ces débris remaniés, les uns en gros fragments, d'autres plus nombreux en grains fins.

Les végétaux sont très abondants dans les schistes de la tranchée Saint-Edmond ; certains grès en renferment aussi d'assez grandes quantités. On remarque notamment un grès quartzeux à grains moyens, riche en graines et en feuilles de cordaïtes. Ces feuilles sont disséminées irrégulièrement en tous sens, souvent même *normale-*

(1) Mém. de M. Fayol. Pl. XI, fig. 1.

ment à la stratificaction. Les bancs du mur de la grande couche, découverts sur de grandes surfaces, laissent voir des traces de grands arbres aplatis, étalés dans tous les sens.

Cette tranchée est l'une de celles qui ont fourni le plus de poissons. On y a aussi trouvé de nombreux insectes.

Dans quelques bancs de grès, des boules, atteignant jusqu'à 1 mètre de diamètre, se détachent de la masse. Ces boules sont très dures; elles sont d'un grain semblable à celui qui les entoure, mais la pâte paraît plus ferrugineuse.

D'ailleurs, des nodules ferrugineux existent aussi dans la Grande Couche, surtout vers le mur, et dans les schistes, à différents niveaux.

Plusieurs exemples de *failles localisées* se montrent nettement dans la partie occidentale de la tranchée. Divers bancs, dans le voisinage de la Grande Couche, sont rejetés de 3 à 4 mètres; ces accidents ne se continuent pas au-dessous, et les bancs supérieurs n'en sont affectés en aucune façon.

Ces failles locales sont le résultat de l'affaissement qui s'est produit au-dessus des couches molles d'argile et de végétaux (lesquelles sons devenues schiste et houille) lorsqu'elles ont été chargées par le dépôt de quelques couches supérieures. Le mouvement n'a atteint que les couches existantes; celles qui se sont formées postérieurement n'en portent pas la trace.

Un banc présente un bel exemple de *fausse stratification*.

En divers points de la tranchée, notamment vers l'est, des veinules de chaux carbonatée cristalline, de 2 à 10 millimètres d'épaisseur et de 20 à 70 mètres de longueur, sont interstratifiées dans les grès.

Dans quelques-uns des nombreux troncs d'arbres fossiles, qui sillonnent en tous sens les strates sous forme de lames de houille, on voit des plaques blanches d'apparence gypseuse, ayant 4 à 5 millimètres d'épaisseur et jusqu'à $0^{m}20$ de largeur, qui sont constituées par du quartz cristallisé.

Un parallèle intéressant s'établit dans la tranchée Saint-Edmond, entre les roches calcinées par les incendies souterrains que l'on voit à l'ouest, et les roches altérées par la porphyrite qui garnit presque toute la façade est. Un incendie souterrain, qui date de 1840 et qui n'est pas encore éteint, a brûlé et calciné la houille, altéré, transformé, fondu les grès et les schistes sur 50 mètres de hauteur. Les cavités sont tapissées de cristaux, notamment de vivianite et de rhabdite.

A l'est se trouve une puissante coulée de porphyrite qui surgit à travers les bancs du mur, s'épanouit dans la Grande Couche et envahit les bancs du toit, en altérant, calcinant et bouleversant les roches

qu'elle rencontre sur son passage (1). Sur quelques points, la roche est criblée de vacuoles allongées, vides ou remplies de chaux carbonatée, de silice ou de pholérite.

La journée du dimanche s'est achevée dans cette intéressante tranchée. Les phénomènes de convergence, les bancs de Houiller remanié, les failles locales, les feuilles *debout* dans les bancs de grès, la disparition rapide de puissants faisceaux de bancs, etc., ont été l'objet de nombreuses discussions. On reconnaît que la plupart de ces phénomènes sont difficiles et même impossibles à expliquer par les théories qui impliquent l'horizontalité primitive des couches, tandis qu'ils s'expliquent assez facilement par le système des deltas.

Enfin, on rentre en ville pour y dîner et y coucher, et l'on se donne rendez-vous pour le lendemain à la tranchée de Forêt.

*Compte rendu de l'***excursion** *du 20 août aux* **tranchées de Forêt, des Chavais, de l'Espérance** *et* **de Longeroux, à Hyds** *et* **à Colombier.**

par M. **H. Fayol.**

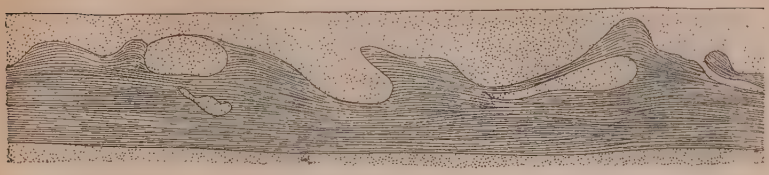
(Pl. XXXIII XXXV.)

Bien qu'elle ne se trouve qu'à quelques centaines de mètres de la tranchée Saint-Edmond et creusée, comme cette dernière, au-dessus du mur de la Grande Couche, la tranchée de Forêt (Pl. XXXIII, fig. 2) (2) a un aspect notablement différent; les bancs y sont plus inclinés (50 degrés); ils paraissent plus réguliers; la couche de houille, de 12 mètres d'épaisseur, renferme deux intercalations stériles, dont l'une, le banc des Chavais, est assez puissante; enfin, à la partie supérieure de la tranchée, apparaissent les *grès noirs* que nous n'avons pas vus à Saint-Edmond.

Cette tranchée donne un bel exemple de corrosion de la Grande Couche. Sur une longueur de 80 mètres en direction, les bancs ordinaires du toit sont remplacés par une sorte de terrain d'éboulement, et la partie supérieure de la Grande Couche est irrégulièrement rabotée, déchiquetée, dentelée comme à l'emporte-pièce; dans la partie médiane de l'accident, plusieurs mètres d'épaisseur ont été emportés. On peut reconnaître, dans la même tranchée, que le phénomène de corrosion n'est pas spécial aux couches de houille. En effet, on y voit (fig. 6) (3) un banc de schistes profondément corrodé; la partie

(1) Voy. *Bull. Soc. Ind. min.*, 2e s., t. XV, 3e et 4e livraisons, p. 44, Pl. XIX.
(2) Mém. de M. Fayol. Pl. VI, fig. 4.
(3) *Ibid.* Pl. IX, fig. 4.

Fig. 6.



supérieure de ce banc est découpée en dentelures de formes les plus variées.

Dans la même tranchée on observe encore des plissements très accusés, surtout dans les schistes. Situés à environ 5 mètres au-dessus de la Grande Couche, entre des bancs de grès relativement réguliers, ces schistes constituent des bancs de $0^{m}50$ à 2 mètres de puissance, d'apparence générale assez régulière, mais extrêmement irréguliers dans le détail. Ces schistes sont pliés et repliés, contournés de mille manières (fig. 7) (1) et, sur certains points, corrodés à leur limite supérieure (fig. 8) (2).

Fig. 7.

Fig. 8.

(1) Mém. de M. Fayol. Pl. IX, fig. 3.
(2) *Ibid.* Pl. IX, fig. 2.

Les *grès noirs* correspondent à une formation gréseuse de 20 à 30 mètres d'épaisseur, renfermant une multitude de lentilles irrégulières de houille de toutes dimensions, depuis la parcelle microscopique jusqu'à des amas étendus et même de véritables couches de plusieurs mètres d'épaisseur. Ils renferment une assez grande proportion de débris de grès, de schistes et de houille. On peut expliquer ainsi cette formation :

Après un certain abaissement de niveau du lac, révélé par les bancs remaniés, les cours d'eau ravinèrent la plaine alluviale et emportèrent jusqu'à leur embouchure les matières végétales répandues à la surface de cette plaine, dans les lagunes et les marécages. C'est durant cette période que se sont formés les grès noirs : les matières végétales en partie transformées, denses par conséquent, se sont arrêtées au milieu des sables qui constituent les grès noirs.

Au-dessous des grès noirs on voit des bancs de Houiller remanié, analogues à ceux de la tranchée Saint-Edmond. Quelques-uns sont noircis par les débris de schistes et de houille qu'ils renferment. On remarque de grands fragments de schistes de plus d'un mètre de longueur et de nombreux galets de houille (Pl. XXXIV, fig. 1 et 2).

Au milieu de la Grande Couche, plus près du toit, on voit, à l'est de la tranchée de Forêt (Pl. XXXIII, fig. 1), le banc des Chavais, avec 2 à 3 mètres d'épaisseur (il atteint ailleurs un maximum de 7 mètres), noir, charbonneux, mais constitué encore en majeure partie par des débris de gneiss et de granulite, dont quelques-uns, assez volumineux, attirent le regard par la couleur blanche de leur feldspath kaolinisé. Nous suivons pas à pas le banc des Chavais en avançant vers l'ouest, et nous constatons qu'il devient assez rapidement plus charbonneux, pendant que ses éléments inorganiques deviennent plus petits et moins abondants ; à une distance de 150 mètres, les 2 à 3 mètres de poudingues charbonneux se sont transformés en une couche de houille de $1^{m}50$ d'épaisseur, au milieu de laquelle on aperçoit, encore épars, quelques galets de gneiss et de granulite à feldspath blanc (Pl. XXXIV, fig. 4 et 6) (1).

Nous devons retrouver le banc des Chavais un peu plus à l'est, dans la tranchée des Chavais, avec 8 mètres d'épaisseur, à l'état de conglomérat grossier, et un peu plus loin encore, dans la tranchée de l'Espérance, passant de nouveau graduellement à la houille, comme dans la tranchée de Forêt

Les schistes qui recouvrent immédiatement la grande couche sont argileux et un peu charbonneux à l'ouest, franchement bitumineux

(1) Mém. de M. Fayol. Pl. XI, fig. 10 et 11.

à l'est. Ces derniers sont feuilletés, durs, sonores, d'un noir mat et riches en huiles. Sur certains points ils renferment des lamelles de houille pure.

Une grande partie des insectes récoltés à Commentry provient de la tranchée de Forêt. Plusieurs beaux échantillons ont été recueillis par les membres de la Société.

Les bancs de Forêt sont riches aussi en végétaux. Nous avons rencontré de beaux troncs inclinés sur la strate, allant du mur au toit d'un même banc; nous en avons vu surtout un grand nombre couchés dans tous les sens sur les bancs découverts du mur de la Grande Couche; quelques-uns sont visibles sur 10 à 12 mètres de longueur.

Avant de quitter la tranchée de Forêt, on jette un coup d'œil sur les phénomènes de convergence, sur l'aspect lenticulaire de certains bancs, sur des nodules ferrugineux et autres que l'on a déjà vus à Saint-Edmond.

Dans la *tranchée des Chavais* (Pl. XXXIII, fig. 1), les bancs n'ont plus que 15 à 20 degrés d'inclinaison, et ils donnent immédiatement la sensation d'une grande régularité.

Cependant la Grande Couche n'a plus du tout le même aspect que dans la tranchée que nous venons de quitter; elle est divisée en trois veines bien distinctes: la veine du toit, de 2 mètres d'épaisseur, qui, sur une distance de 100 mètres environ, passe insensiblement de la houille au schiste bitumineux; la veine du milieu, en houille pure; et la veine du mur, plus schisteuse. — Les deux veines supérieures sont séparées par le *banc des Chavais*, les veines inférieures par le *banc des Roseaux*.

Le banc des Chavais, que nous venons de quitter à Forêt, avec 2 à 3 mètres d'épaisseur, a ici 8 mètres de puissance, et c'est un conglomérat très grossier, peu charbonneux, renfermant quelques troncs épars et dirigés en tous sens.

Le *Banc des Roseaux* (Pl. XXXIV, fig. 8 et 9) (1) a, dans la tranchée des Chavais, 1 mètre d'épaisseur; c'est une sorte de grès schisteux argileux à pâte fine et de couleur claire. Il renferme une prodigieuse quantité d'empreintes végétales, très nettes, surtout des calamodendrons, des cordaïtes et des fougères. On a quelque peine à en arracher les collectionneurs.

Les veines de houille du milieu et du mur, dont la paroi coupée verticalement est depuis quelque temps exposée à l'air, permettent de distinguer au milieu des couches de houille, des lames lenticu-

(1) Mém. de M. Fayol, Pl. XIV, fig. 2, 8.

laires formées par des troncs aplatis de calamodendrons, de cordaïtes, de fougères, dont l'essence se reconnaît à des caractères certains.

M. Fayol signale à propos de cette riche flore que les espèces végétales représentées par des tiges sont, par ordre d'importance, comme nombre : les calamodendrons, les cordaïtes, les lepidodendrons, les fougères, les calamites et les sigillaires.

M. Fayol n'a pas vu d'arbre entier avec racines et branches; les troncs avec racines sont assez nombreux; les branches attachées sont rares. Le plus souvent les troncs sont des fragments de tige sans racines ni branches. Beaucoup de souches à nombreuses racines sont debout.

Les racines sont tantôt serrées sur le tronc comme les brins d'un balai, quelquefois d'un côté seulement, tandis que de l'autre elles s'écartent du tronc; tantôt étalées sur la strate inférieure dans laquelle elles ne pénètrent pas.

Les troncs se présentent sous les formes suivantes. Ils sont :

1° Cylindriques, avec une enveloppe de houille et un remplissage terreux;

2° Aplatis, à section lenticulaire, comme si, après avoir supprimé le remplissage terreux du premier cas, on rapprochait les parois intérieures du cylindre charbonneux par une compression latérale;

3° Sous toutes les formes possibles comprises entre le cylindre et la lentille très aplatie, c'est-à-dire ovales avec un remplissage plus ou moins épais.

La forme cylindrique est dominante dans les troncs debout, rare dans les troncs couchés.

Il y a peu d'exemples de formes cylindriques dans les tiges des couches de houille et lorsque ce fait se présente, on peut généralement constater que l'une des extrémités de la tige est dans les grès. Dans le grès, les troncs couchés présentent encore assez souvent la forme cylindrique ou ovale. Les tiges se composent souvent d'une enveloppe de houille, dont l'épaisseur est très variable, et d'un axe terreux. Ce dernier est fréquent et bien net dans les tiges debout; il est plus rare et moins épais dans les tiges couchées où il n'est plus, souvent, qu'à l'état de trace.

Le remplissage des arbres est le plus souvent de la même nature que la roche au milieu de laquelle ils se trouvent; cependant dans les troncs qui gisent au milieu des schistes ou de la houille, l'axe est parfois rempli de grès (Pl. XXXIV, fig. 16 et 17) (1).

(1) Mém. de M. Fayol, Pl. XX, fig. 4, 5.

On trouve des tiges à toutes les profondeurs du terrain houiller, dans toutes les sortes de roches, depuis celles dont les éléments sont les plus ténus, jusqu'aux conglomérats les plus grossiers ; mais leur nombre est généralement d'autant plus grand que les éléments de la roche sont plus fins et plus charbonneux. Les troncs sont, pour la plupart, couchés, étendus sur des plans de stratification ; il y en a quelques-uns d'inclinés en tous sens et même de perpendiculaires sur les strates : ceux qui se rapprochent de cette dernière position sont dits *debout*.

Les tiges *inclinées* sous toutes les inclinaisons possibles, sont à peu près en nombre égal aux tiges *debout* ; et le nombre total des tiges *inclinées* et *debout* est à peu près dix fois moins grand que celui des tiges *couchées*. C'est encore cette même proportion que l'on observe dans les dépôts actuels artificiels, ou naturels, formés par charriage.

Les tiges *debout* sont généralement d'autant plus nombreuses, relativement aux tiges couchées, que les éléments constitutifs des roches sont plus grossiers et moins charbonneux ; les roches qui renferment en somme le moins de tiges (poudingues et grès) sont celles dans lesquelles on trouve la plus forte proportion de tiges *debout* (Pl. XXXIV, fig. 15) (1).

A part quelques groupements de tiges debout qu'on trouve parfois assez rapprochés, surtout dans les grès, les tiges debout sont généralement isolées, éloignées les unes des autres et réparties dans les bancs superposés.

Autour des tiges debout les strates sont parfois relevées vers le tronc (Pl. XXXIV, fig. 17), tantôt d'un seul côté, tantôt des deux. Lorsque les tiges sont nombreuses, les couches sont ondulées. La stratification est interrompue entre les racines lorsque celles-ci sont nombreuses et parfois les couches sous-jacentes sont bombées sous le cône que forment ces racines quand les sédiments sous-jacents sont fins.

En quittant la tranchée, la Société suit le chemin des Chavais qui la conduit devant des masses d'aspect gneissique et granulitique, situées au mur et seulement à 60 mètres de distance de la Grande Couche. Ces masses, qu'il est difficile de ne pas prendre pour du terrain primitif, sont l'une des assises houillères les plus curieuses du bassin, c'est le *banc dit de Sainte-Aline* (Pl. XXXII, fig. 5).

L'illusion est facile sur une cinquantaine de mètres de longueur en direction ; là, le banc a environ 60 mètres de puissance ; de chaque côté de ce point on distingue peu à peu, de plus en plus facilement,

(1) Mém. de M. Fayol, Pl. XVI, fig. 3.

de gros blocs de gneiss, de granulite, et quelquefois de quartz, anguleux d'abord, puis de plus en plus arrondis. A mesure qu'on s'éloigne des Chavais, dans les deux directions, les éléments constitutifs du banc deviennent plus petits ; à un kilomètre, ce ne sont plus que de petits grains qui font du banc Sainte-Aline un banc de grès fin ordinaire.

Ce banc Sainte-Aline correspond à un accident qui a été interprété de la façon suivante : Un glissement de montagne s'est produit vers Merlerie ; la vallée a été obstruée par l'éboulement et les eaux se sont accumulées derrière ce barrage ; puis une débâcle s'est produite et les matériaux, violemment emportés jusqu'au lac, se sont répandus sur toute la surface émergée et immergée du delta de Colombier. C'est ce qui a formé le banc Sainte-Aline, qui renferme des blocs de plusieurs mètres cubes.

On peut évaluer à 125 millions de mètres cubes le volume du terrain transporté par la débâcle ; ce terrain se compose à peu près exclusivement de gneiss, de granulite et de quartz de Merlerie. Cet éboulement s'est produit au moment où la rivière de Colombier cessait de charrier des débris anthracifères. Peut-être les derniers vestiges du dépôt anthracifère servaient-ils de contrefort aux masses qui se sont détachées lorsque cet appui leur a manqué.

Dans la *Tranchée de l'Espérance* (Pl. XXXIII, fig. 4) (1), on voit l'autre extrémité, en direction, du banc des Chavais ; le conglomérat passe rapidement au poudingue charbonneux, puis au grès de plus en plus charbonneux, puis enfin à la houille, et l'on peut suivre sur une certaine longueur, au milieu de la Grande Couche, la veine de houille qui représente le banc des Chavais.

C'est vers les confins du banc des Chavais, au milieu de la Grande Couche, que l'on voit des galets de gneiss et de granulite, dont la grosseur va jusqu'à $0^{m}15$, isolés au milieu de la houille (Pl. XXXIV, fig. 4 et 6) (2). Ils ont dû être charriés par les bois que l'inondation, dont ce banc indique la force, a arrachés.

Le banc des Roseaux que nous avons vu poindre sous forme de schiste charbonneux dans la tranchée de Forêt, et qui avait 1 mètre d'épaisseur au Chavais, a, au fond de la tranchée de l'Espérance de $0^{m}50$ à 1 mètre d'épaisseur, et aux affleurements, c'est-à-dire à 100 mètres seulement en amont suivant l'inclinaison, une puissance de 7 à 8 mètres. — Aux affleurements c'est un grès grossier, dans

(1) Mém. de M. Fayol, Pl. VII, fig. 6.
(2) *Ibid.*. Pl. XI, fig. 10, 11.

lequel on a trouvé de nombreux arbres debout, inclinés et couchés (Pl. XXXIV, fig. 8 et 9) (1) ; au bas de la tranchée, c'est un grès argileux à grain très fin, extrêmement riche en empreintes végétales.

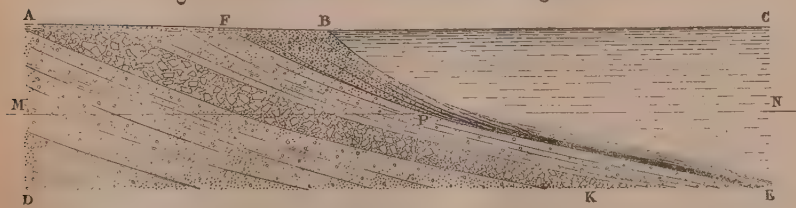
Comme dans les tranchées précédentes, on voit à l'Espérance, des bancs de *houiller remanié*, des *failles locales*, des tiges debout (le front d'avancement des travaux venait d'en découvrir de remarquables dans le banc des Roseaux, au moment du passage de la Société). On peut y reconnaître une certaine périodicité dans le changement de régime des cours d'eau, périodicité qui amenait des intercalations régulières de grès au milieu du dépôt de débris végétaux.

La tranchée de l'Espérance fournit un exemple remarquable de corrosion de la Grande Couche. Là encore la série ordinaire des schistes et grès du toit a disparu ; elle est remplacée par des poudingues en stratification discordante avec la Grande Couche. Sous ces poudingues la houille est presque partout corrodée, rabottée ; vers la limite inférieure de l'accident, on voit (Pl. XXXIII, fig. 4), au milieu des schistes un fragment de houille H qui a été arraché à la partie supérieure de la Grande Couche en G. Cet accident s'étend sur 700 mètres en direction et sur une surface courbe qui, partant des affleurements, atteint jusqu'à 300 mètres de largeur ; les schistes ordinaires du toit sont remplacés par des poudingues en stratification discordante et même à inclinaison renversée sur la Grande Couche. Et cependant la formation des *grès noirs*, supérieure et toute voisine ne porte pas la moindre trace de cette perturbation extraordinaire. C'est l'accident désigné sous le nom de *Glissement de l'Espérance*. On peut l'expliquer ainsi :

Pendant et après la formation de la Grande Couche, des éléments grossiers, charriés par la rivière de Colombier, s'arrêtaient au bord du lac, formant des bancs de poudingue à forte pente (fig. 9 A) (2) ;

Glissement de l'Espérance

Fig. 9. — Formation houillère avant le glissement.

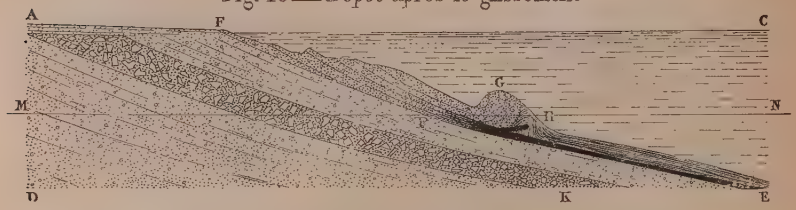


(1) Mém. de M. Fayol, Pl. XIV, fig. 2,8.

(2) Les figures 9, 10, 11 et 12 sont la reproduction des figures 23 à 26 du Mémoire de M. Fayol.

un certain moment, par suite du tassement des végétaux et du limon, les poudingues ont glissé, poussant devant eux le limon encore peu consistant, corrodant et refoulant la couche végétale ; dans ce mouvement, ils se sont redressés en quelques points, de manière à plonger en sens inverse de la grande couche (fig. 10). Après ce mouvement,

Fig. 10 — Dépôt après le glissement

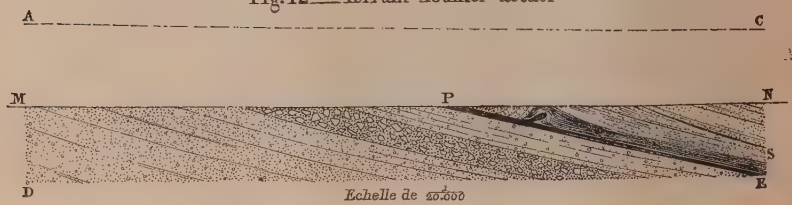


la sédimentation a repris son allure ordinaire ; les irrégularités du dépôt ont été effacées par des assises nouvelles (fig. 11), et lorsque la

Fig. 11 — Dépôt après la formation des grès noirs

formation des grès noirs (RS) a eu lieu, toute trace du grand glissement de l'Espérance avait disparu. Enfin les érosions ont enlevé, dans la suite des temps, la partie ACMN et amené la surface du terrain houiller au niveau MN (fig. 12). Dans l'hypothèse des tourbières

Fig. 12 — Terrain houiller actuel



Echelle de $\frac{1}{20.000}$

M N *Niveau actuel du sol.* A C M N *Partie détruite par l'érosion.*

ou de tout autre système ayant pour principe *l'horizontalité primitive* des couches, de tels accidents sont absolument inexplicables.

Au toit de la *tranchée de Longeroux* (Pl. XXXIII, fig. 1) (1), on voit les dernières traces du *Glissement de l'Espérance*; les schistes et grès normaux, refoulés et remplacés par les poudingues, se présentent à peu près comme dans la tranchée de l'Espérance.

A la suite de cet accident, les travaux d'exploitation montrent la Grande Couche sur une assez grande étendue, et l'on peut admirer un magnifique amas de houille de 18 mètres de puissance découvert sur 30 mètres de profondeur.

Les *grès noirs* que nous avons vus au sommet de la tranchée de Forêt, et que l'on n'aperçoit pas à Saint-Edmond parce qu'ils se trouvent là à plus de 50 mètres au-dessus de la Grande Couche, sont à Longeroux, presqu'en contact avec cette même Grande Couche. Leur aspect général est toujours le même ; ils renferment ici des amas de houille assez nombreux, et toujours fort irréguliers, de plusieurs mètres d'épaisseur.

Au-dessus de la Grande Couche, quelques bancs de grès puissants présentent d'une manière très nette le phénomène de la fausse stratification, c'est-à-dire que certains bancs sont traversés obliquement par des traces schisteuses ou par des lignes de petits galets qui simulent une stratification. Le fait peut s'expliquer ainsi :

Si on considère un dépôt sableux qui, au lieu de se former par épaississement graduel s'avance sur le fond incliné du bassin avec toute son épaisseur d'un ou plusieurs mètres, on voit que la limite inférieure du banc ou plutôt son point d'avancement est une surface oblique sur le plan général de stratification. Qu'un arrêt momentané survienne dans l'apport du sable, le limon en suspension dans l'eau se déposera à la surface et sur le front d'avancement du banc; puis le sable revenant, le banc continuera à s'étendre, mais il renfermera la trace limoneuse oblique du front d'avancement, c'est-à-dire une fausse stratification.

Si le courant au lieu de charrier constamment du sable uniforme, fournissait, par intermittences, des grains plus grossiers, du gravier par exemple, ce gravier pourrait aussi marquer une fausse statification.

En quittant la tranchée de Longeroux, la Société se rend dans une carrière, dite encore de Longeroux, exploitée pour pierre à bâtir et dans laquelle la dioritine (porphyrite micacée) se présente sous un

(1) Mém. de M. Fayol, Pl. VI, fig. 2.

aspect particulier. Elle s'intercale au milieu des grès et offre sur quelques points, l'apparence de couches régulièrement interstratifiées au milieu des grès et des schistes houillers. En réalité, ce sont des nappes très irrégulières, puissantes en haut, dont l'épaisseur diminue assez vite, et qui ne tardent pas à disparaître dans le sens de l'inclinaison.

Les travaux d'exploitation de la Grande Couche qui, dans cette région, ont exploré le sous-sol dans toute son étendue, n'ont rencontré nulle part la roche éruptive.

M. Fayol pense qu'ici, la porphyrite a pénétré de haut en bas, et il rattache cette coulée à celle que nous avons vue à Saint-Edmond. Lorsque l'éruption eut lieu, le terrain houiller avait environ deux cents mètres d'épaisseur de plus, et c'est en passant à travers la masse supérieure, aujourd'hui détruite par la corrosion, que la roche éruptive se serait frayé un chemin jusqu'à Longeroux.

On remarque que les effets de métamorphisme au contact de la porphyrite, sont à peine sensibles ici, tandis qu'ils ont été très importants à Saint-Edmond. Cela s'expliquerait par le refroidissement subi par la coulée entre Saint-Edmond, c'est-à-dire sur un parcours d'environ mille mètres, et par une grande dissémination de la matière au milieu de la formation houillère.

Tout près de la carrière de Longeroux, dans le *Chemin des bâches*, on voit encore la porphyrite, en nappes puissantes, tantôt entièrement décomposée, sans consistance, tantôt en roches solides généralement divisées en boules à feuillets concentriques.

La *carrière des Pégauds* est ouverte entre le puits Sainte-Aline et le puits Saint-Augustin, dans des bancs situés à 100 mètres environ au-dessus de la Grande Couche. Elle est remarquable par l'aspect lenticulaire des bancs qui, sur une longueur de quelques dizaines de mètres passent parfois de 3 à 4 mètres d'épaisseur à quelques décimètres en prenant généralement un grain plus fin.

Cette allure se constate aussi bien suivant la direction que suivant l'inclinaison; la diminution de puissance a lieu ordinairement du haut vers le bas ; ce qui semble toujours faire converger les bancs supérieurs vers les assises inférieures.

On y remarque encore des *galets de houille* extrêmement nombreux au milieu de quelques bancs de grès, et qui, en certains points constituent de véritables lits de houille (Pl. XXXIV, fig. 3, 5 et 7) (1). Enfin des bancs de grès de plusieurs mètres d'épaisseur divisés transversalement et sur une assez grande longueur par des lignes, et même de

(1) Mém. de M. Fayol, Pl. XI, fig. 7. 8. 9.

véritables lits schisteux, présentent de beaux exemples du phénomène de *fausse stratification*.

A 11 heures, la Société quitte la carrière des Pégauds, pour rentrer à Commentry. Elle repart à 1 heure 50, en chemin de fer pour Hyds (ligne de Commentry à Gannat).

Cette première excursion sur le terrain primitif a surtout pour but de faire voir, en place, le massif auquel les éléments constitutifs du *Banc Sainte-Aline* et du *Banc des Chavais* ont été empruntés.

La région de Merlerie près Hyds, est constituée en effet par des schistes cristallins, des filons de granulite et des filons de quartz, tout à fait semblables aux roches dont le banc *Sainte-Aline* et le banc des *Chavais* sont formés. Dans ses excursions ultérieures sur le terrain primitif, la Société ne verra nulle part autour du bassin houiller, la même association de roches anciennes.

On remarque, en un point, un filon de granulite rose de 3 à 4 mètres d'épaisseur, qui sépare nettement le schiste cristallin du granite.

La granulite blanche, très abondante dans la région, est parfois accompagnée de filons de quartz blanc dégageant au choc une odeur fétide.

En se rapprochant de Colombier, on voit dans le micaschiste un filon de quartz amphibolique, et près de ce filon, des traces d'asbeste.

Au village même de Colombier on se retrouve sur le terrain houiller de Commentry. Les premiers bancs de la base sont des grès fins; puis des schistes à empreintes végétales nombreuses (on y a aussi trouvé des insectes) au milieu desquels existent quelques veines d'anthracite; puis des poudingues remarquables par la nature de leurs éléments, parmi lesquels dominent des galets de Houiller ancien et de porphyre pétro-siliceux. — La zone de Longeroux (Pl. XXXII, fig. 1) est la seule où les bancs houillers renferment ces deux sortes de galets. On peut donc ainsi être assuré du lieu d'origine des galets qui constituent cette zone.

La Société traverse la zone de Longeroux où elle aperçoit de nombreux pointements de porphyrite et se rend à l'ancien atelier de lavage des houillères pour voir une *expérience de sédimentation*. Cette expérience a été faite dans un bassin de 120 mètres de longueur, 3 mètres 50 environ de largeur et 1 mètre 20 de profondeur (volume 504 mètres cubes). Ce bassin servait, d'ordinaire, à recueillir, par décantation, les particules charbonneuses qu'entraîne l'eau employée au lavage de la houille.

L'eau qui sort des lavoirs à charbons forme un courant de 40 à 58

litres par seconde. En volume, cette eau tient en suspension de 5 à 6 pour 100 de matières solides (mélange de houille, de terre, de sable, pyrite, etc). Elle dépose les grains les plus gros et les plus lourds dans un petit canal de 50 mètres de longueur et porte le reste dans les bassins.

L'eau noire arrive à l'une des extrémités du bassin et sort par l'autre extrémité presque clarifiée, après avoir déposé les cinq sixièmes des matières qu'elle tenait en suspension.

Les grains les plus gros (de 2 à 4 millimètres) se déposent sur le bord du bassin, près de l'embouchure du courant; les grains plus fins sont entraînés plus loin, et une petite proportion de très fines particules est emportée au-delà du réservoir.

La partie la plus grenue se compose surtout de charbon; sa teneur moyenne en cendres est d'environ 18 0/0; la partie fine boueuse a de 25 à 35 0/0 de cendres; et les matières entraînées au delà du bassin, beaucoup plus argileuses encore, renferment de 35 à 45 0/0 de cendres.

La Société se trouve devant un dépôt formé dans ces conditions; des coupes longitudinales et transversales multipliées permettent d'en observer tous les détails.

Cette expérience excite le plus vif intérêt; des rapprochements sont établis entre ce dépôt et le dépôt houiller. Nombre de faits s'éclairent d'une vive lumière. Les membres de la Société sont unanimes à demander que la description et le dessin de cette expérience ou d'une autre analogue figurent dans le Bulletin.

En voici une dont on pourra suivre les détails sur la Pl. XXXV.

EXPÉRIENCE DE SÉDIMENTATION (1)

Circonstances de formation du dépôt. — *1er jour.* — A 4 heures du soir on fait arriver dans le bassin un courant d'eau de ruisseau, dont le débit est d'environ 40 litres par seconde. En passant dans le canal C (Pl. XXXV, fig. 1), ce courant entraîne des grains de sable, de houille et de pyrite que l'eau de lavage a déposés antérieurement.

2e jour. — Le bassin étant plein d'eau, on fait arriver le courant de schlamms à 6 heures du matin. Ce courant débite environ 52 litres par seconde; il charrie des grains dont la grosseur varie de 0 à 3 millimètres 1/2.

Les 2/3 du courant se déversent en A, l'autre tiers entre dans le bassin sur le côté à 22m50 de distance de A (fig. 1).

A 10 heures du matin, on jette dans le courant de schlamms, à quelques

(1) Tout ce qui est relatif à cette expérience est extrait du *Bull. Soc. Ind. min.* t. XV, 3e et 4e livraisons, p. 467 et suivantes, Pl. XXI.

mètres en amont du point A, 30 hectolitres de terre argileuse et 1 hectolitre de petits galets de $0^{m},02$ de diamètre. Cette opération dure 25 minutes. Le courant de schlamms continue à se déverser dans le bassin jusqu'à 11 heures.

De 11 heures à midi, l'atelier de lavage est arrêté ; l'eau continue à couler mais sans schlamms.

De midi à 1 heure 1/2 le bassin reçoit de nouveau le courant de schlamms. A partir de ce moment, jusqu'au lendemain, tout apport a cessé dans le bassin.

3e jour. — Le 3e jour, de 6 heures à 8 heures du matin, le cours d'eau apporte dans le bassin, non des schlamms, mais une boue argilo-ferrugineuse, très ténue, provenant d'un dépôt que les eaux extraites de la houillère laissent dans de grands réservoirs.

On laisse ensuite le bassin en repos jusqu'au lendemain.

4e jour. — A 6 heures du matin, le courant de schlamms est ramené dans le bassin jusqu'à 6 heures du soir excepté pendant 1 heure, de 11 heures à midi. Les matières charriées ce jour-là ne renferment que des grains de 0 à 1/2 millimètre ; les gros grains ont été préalablement enlevés.

A partir de 6 heures du soir, on n'a plus rien introduit dans le bassin. On a laissé l'eau se clarifier pendant trois jours, après on a coupé le dépôt pour l'étudier.

La fig. 1 est une coupe verticale à petite échelle faite suivant l'axe du bassin dans toute sa longueur. Les 27 premiers mètres de cette coupe sont reproduits à plus grande échelle, dans la fig. 2; le 70e et le 90e mètre sont représentés par les fig. 5 et 6.

Les fig. 3 et 4 sont des coupes en travers.

La fig. 7 est une partie du dépôt composée de grains de houille pure de deux grosseurs différentes, dessinée en grandeur naturelle pour montrer comment certaines strates s'accusent.

J'indiquerai d'abord dans quel ordre les diverses parties du dépôt se sont formées, puis j'en examinerai les principales particularités.

Ordre de formation des principales parties du dépôt. — Partie 1,1,1..... — On voit sur le fond du bassin, du 1er au 16e mètre, un dépôt ondulé (1^{a}, 1^{b}..... 1e fig. 2) composé principalement de sables, de pyrite et de gros grains, de schiste et de houille. Ce sont les matières que le courant d'eau claire a entraînées le premier jour sur son passage dans le canal C, pendant que le bassin se remplissait d'eau. La chute d'eau dans le bassin a chassé les matières qui se sont étalées en avant jusqu'en 1^{e}, et déposées en arrière en 1^{a}, où régnait un calme relatif. Le bourrelet 1^{c} est constitué par les grains les plus gros que l'eau a soulevés pendant un certain temps lorsque les couches s'épaississaient de 1^{c} à 1^{d}.

Partie 2,2,2.... — La formation 1,1..... prend fin au moment où le courant de schlamms arrive (2e jour, 6 heures du matin). La partie 2,2..... se forme alors, composée presque entièrement de grains de houille qui se classent et se stratifient. De 2^{a} en 2^{b}, le dépôt semble se modeler sur le dépôt 1^{a} 1^{b} 1^{c}. Formé sous la chute du courant, il a pris la même allure. Pendant que les

particules ténues vont au loin, les gros grains s'amoncellent près de l'embouchure, et l'on voit bientôt apparaître le dépôt en 2^b à la surface de l'eau (7 h. 1/2). A partir de ce moment, le courant coule d'abord sur les matériaux qu'il a amoncelés à son embouchure, et le delta s'étend rapidement. A 10 heures, les couches inclinées 2^b à 2e sont constituées, et les fines particules apportées dans le même temps s'étalent au delà en 2^g,2^b, 2^i.

Couches 3,3... — Les couches 3,3... se sont formées de 10 heures à 11 heures pendant et après le charriage de la terre argileuse. Cette terre a laissé à la partie superficielle du delta, de 3^a en 3^b et 3^c, des couches horizontales faciles à distinguer (fig. 2); on la retrouve en 3^d dans une partie accidentée du dépôt; on la retrouve encore à l'extrémité du dépôt 3, en 4^a, où elle a été entraînée en petite quantité, de 11 heures à midi, par les eaux pures qui ont raviné la surface du dépôt. Pendant que les gros grains de houille, charriés de 10 heures à 11 heures, en même temps que la terre, formaient les couches très inclinées 3^e 3^f, les parties limoneuses se répandaient au delà en 3^h 3^i, et même plus loin en 3j.

Couches 4,4..... — Le petit groupe de couches 4^a, 4^b, est le produit d'un ravinement opéré à la superficie du delta par les eaux claires qui ont coulé de 11 heures à midi.

Couches 5,5..... — Les couches 5,5..... ont été formées par le courant de schlamms en 1 heure 1/2, de midi à 1 heure 1/2. La couche argilo-ferrugineuse (6) qui vient ensuite et que l'on voit d'un bord à l'autre du bassin, montre bien quel était le développement du dépôt, le 2e jour à 1 heure 1/2, c'est-à-dire après 6 heures 1/2 seulement de charriage de schlamms. Le delta était alors visible sur 12 mètres de long, et le dépôt se poursuivait avec une épaisseur décroissante jusqu'à l'extrémité du bassin.

Couches 6,6..... — Le bassin était en repos depuis 18 heures lorsqu'on a fait venir le 3e jour, un courant tenant en suspension les boues argilo-ferrugineuses qui ont formé la couche 6,6..... Cette couche règne sans interruption depuis le 3e mètre, en 6^a, jusqu'à l'extrémité du bassin, c'est-à-dire sur 117 mètres de longueur. On la trouve dans la partie supérieure horizontale du dépôt, d'abord mince et mêlée de schlamms, puis un peu plus épaisse; vers le 12e mètre, elle s'enfonce doucement dans la masse, au 22e mètre, en face de l'embouchure du courant secondaire, elle éprouve une petite ondulation; de là jusqu'à l'extrémité du bassin, elle s'étend en nappe régulière.

Un seul apport d'argile ferrugineuse a eu lieu; cependant il y en a (fig. 2, 5 et 6), du 65e au 120e mètre, une deuxième couche 8,8..... séparée de la première par un lit de limon noir. Cette seconde couche 8,8. ... s'est formée le 4e jour pendant qu'on laissait clarifier l'eau du bassin.

Couches 7,7..... — Au-dessus de la couche argilo-ferrugineuse 6,6..... se trouve le dépôt des schlamms fins, charriés par le courant durant la 4e journée.

Pendant que le courant principal A donnait lieu aux diverses formations que nous venons d'énumérer, le courant secondaire latéral, suivant des phases analogues constituait le dépôt mamelonné que l'on voit du 21e au

26e mètre. Au delà, dans les régions 2k, 3j, 4f, 5h....., les limons du courant secondaire se sont confondus avec ceux du courant principal.

Telles sont, dans l'ensemble, les étapes qu'a suivies le dépôt pour se constituer.

Constitution générale du dépôt. — Lorsqu'on considère l'ensemble du dépôt, on distingue d'abord deux parties d'épaisseur différente : l'une d'environ 1 mètre, qui occupe les 25 à 30 premiers mètres (fig 1), et qui se raccorde graduellement avec le reste du dépôt, dont l'épaisseur n'est que $0^m,35$ à $0^m,40$. La deuxième partie s'étend sur 70 à 80 mètres de longueur. Ces deux parties du dépôt diffèrent beaucoup par leur constitution intime et par l'allure de leurs strates. Tandis que les gros grains dominent dans la première, la seconde ne renferme que des particules ténues ; tandis que les couches sont généralement inclinées et irrégulières dans la première (à l'exception des couches alluviales), elles sont à peu près horizontales et régulières dans la seconde. Ces deux parties ne sont point nettement séparées ; il serait impossible de dire où finit la partie grenue des couches 7,7..... et à quel point ces couches se séparent de la partie limoneuse. La limite est confuse ; le passage du grain au limon est graduel. De même les couches inclinées grenues 2,2..... — 3,3..... — 4,4..... — 5,5..... se transforment généralement d'une manière insensible en couches limoneuses horizontales. Sans le petit dépôt mamelonné formé par le courant latéral, la couche horizontale limoneuse du fond régnerait sans interruption sur toute l'étendue du bassin, excepté sur les 4 ou 5 premiers mètres. On peut donc dire que le dépôt se compose, d'une manière générale, de couches horizontales limoneuses qui occupent le fond du bassin, et de couches grenues inclinées qui recouvrent les premières sur une partie seulement de leur étendue.

On distingue nettement, au-dessus des couches inclinées, les couches à peu près horizontales de la partie alluviale qui ont de 0^m25 à 0^m30 d'épaisseur en amont ; cette formation s'amincit vers l'aval et se réduit à zéro vers le littoral du delta. Les couches alluviales sont plutôt à gros grains ; elles règnent sur toute l'étendue des couches inclinées.

En résumé, le dépôt peut se diviser en trois systèmes ou groupes de couches, savoir :

1° Les couches horizontales superficielles ou alluviales ;

2° Les couches inclinées de la partie neptunienne ;

3° Les couches horizontales du fond.

On retrouve généralement des traces de tous les apports de chacun de ces groupes.

Groupe des couches alluviales. — La couche de terre argileuse et la couche argilo-ferrugineuse qui se poursuivent sans interruption dans la partie alluviale, montrent qu'il peut régner une certaine régularité et une certaine continuité dans ce groupe. Cependant, ces couches sont exposées à de fréquents remaniements. Les déplacements continuels du courant charrieur et le moindre changement dans le niveau du bassin entraînent des ravine-

ments et des débordements qui modifient sans cesse l'aspect et la constitution de la surface du delta.

Les deux couches (argileuses et argilo-ferrugineuses) permettent de se rendre compte du mode de formation de cette partie du dépôt : le courant étale une partie des matières sur toute la surface du delta (fig. 5 et 6) et dépose le reste dans le bassin où se forment les couches inclinées. Le delta n'avait que 8 à 10 mètres de longueur lorsque la terre (argileuse) a été charriée; la couche horizontale de terre ne dépasse pas cette distance. Le delta avait 17 mètres de longueur lorsque la boue argilo-ferrugineuse est venue; la couche horizontale va à 17 mètres de distance. L'horizontalité cesse là où s'arrêtait le delta.

Ces couches superficielles sont l'équivalent des alluvions que les cours d'eau déposent en amont de leur embouchure; elles sont faiblement inclinées comme les plaines alluviales, et en ont toutes les petites irrégularités.

Les irrégularités d'épaisseur que présente ici le groupe des couches alluviales sont assez grandes; il y a notamment augmentation subite en 3^b, diminution en 7^b (entre le 12e et le 13e mètre). Ces variations sont la conséquence d'affaissements dus à l'insuffisante consistance de la couche du fond. Nous reviendrons plus loin sur ce phénomène.

Les coupes en travers (fig. 3 et 4) montrent que les couches alluviales sont à peu près horizontales dans tous les sens.

Groupe des couches neptuniennes. — La partie médiane du dépôt se présente sous des aspects fort différents.

On voit d'abord dans les premiers mètres (de 2^a à 2^b) deux ondulations successives qui font passer les couches du pendage d'amont au pendage d'aval; puis vient (de 2^b à 2^c) un groupe de couches régulières inclinées à 32 degrés en haut, diminuant peu à peu d'inclinaison et de puissance, et se perdant en bas dans le groupe des couches horizontales limoneuses. De 2^c à 2^e, les couches gardent la même allure dans le haut, mais elles se terminent brusquement en bas sur une couche ondulée à faible inclinaison.

En 3^d, la couche alluviale terreuse et les couches inclinées éprouvent plusieurs dénivellations successives. Les couches 3^e et 3^f sont dérangées en haut et se terminent brusquement en bas avec une inclinaison de 40 degrés.

Toutes ces irrégularités ont une même cause. Pendant la rapide formation du 2^e jour, les boues limoneuses qui se sont accumulées au fond du bassin n'ont pas eu le temps de prendre de la consistance avant que les couches inclinées vinssent les recouvrir; il n'y a pas eu d'affaiblissement sensible de 2^b en 2^c, parce que le limon ne se trouve là qu'en minime proportion ; en 2^c, il a commencé à céder sous le poids des couches supérieures; il a cédé encore en avant et de plus en plus, parce qu'il était plus abondant à mesure que le delta s'avançait; de là les ondulations 0,0..... que l'on voit sous les couches inclinées au delà de 2^c. Vers 2^g, la couche limoneuse s'épaissit tout à coup et l'on retrouve en 3^g, au milieu du limon, l'extrémité de quelques-unes des couches 3^f brusquement coupées. Cela s'explique : les couches 3^f avaient d'abord l'allure générale qu'on voit entre 2^b et 2^c, la boue limoneuse, deux ou trois fois plus épaisse qu'on ne le voit en 2^g, a cédé sous le

poids des couches 3^f; elle a été refoulée en avant et les couches 3^f manquant aussi de consistance se sont affaissées en se redressant du côté où manquait le point d'appui.

Dans la région 4^a, 4^b, les irrégularités portent aussi la marque du même phénomène que l'on retrouve encore en 5^c.

Les couches 7,7..... constituées par des grains plus fins que les précédentes (de 0 à 1/2 millimètre au lieu de 0 à 3 millimètres 1/2), ont une allure analogue, mais avec une moindre inclinaison qui tient à la finesse des grains, et probablement aussi à la moindre profondeur du bassin, laquelle a rendu l'influence du courant plus sensible.

En dehors des irrégularités de la région située entre le 22e et le 23e mètre qui sont dues à l'action du courant latéral, ces couches ont, en haut, une inclinaison assez forte qui va en diminuant avec l'épaisseur et avec la grosseur du grain.

Le dépôt formé par le courant latéral est intéressant par l'aspect de soulèvement qu'il a au milieu du dépôt. Sa forme s'explique d'ailleurs facilement.

Les fig. 3 et 4 montrent que dans la partie médiane du dépôt les couches sont aussi changeantes dans le sens transversal que dans le sens longitudinal. Rarement elles forment une nappe régulièrement inclinée en aval; la nappe est ondulée et ses ondulations changent de forme et de direction à tous les mètres.

Couche d'argile ferrugineuse. — En entrant dans la partie médiane du dépôt, la couche 6, 6..... (terre de Sienne), se renfle. De 6^d à 6e, elle comprend deux parties, l'une inférieure qui renferme beaucoup de grains et de schlamms, l'autre supérieure sans mélange de schlamms ; cette dernière se continue seule au delà jusqu'à l'extrémité du bassin.

Les grains de schlamms de la partie inférieure ont été arrachés par le courant sur la partie déjà formée du delta ; ils sont allés moins loin que la boue, dont les particules extrêmement ténues se laissent facilement entraîner et restent longtemps en suspension dans l'eau. La couche de boue ferrugineuse s'est déposée lentement depuis huit heures du matin (3e jour) jusqu'au lendemain.

Ce temps n'a même pas suffi pour laisser déposer toute la matière argilo-ferrugineuse, car une deuxième couche (8, 8...) s'est formée pendant la période de clarification des eaux longtemps après l'apport unique du 3e jour.

Groupe des couches horizontales du fond. — Dans le dépôt horizontal qui s'étend sur le fond du bassin jusqu'à l'extrémité, on rencontre d'abord une mince couche noire (mélange de houille, d'argile et de pyrite) formée des plus fines particules apportées par le courant avant la formation de la couche 6,6.... L'épaisseur de cette couche inférieure (2, 3, 4, 5, fig. 1, 2 et 6) va constamment en diminuant à mesure qu'on s'éloigne de l'embouchure du courant.

Au-dessus se trouve la première couche ferrugineuse, prolongement de la couche 6, 6..., que nous avons déjà vue dans la partie médiane et dans la partie supérieure du dépôt.

Cette couche est recouverte du limon charbonneux 7, 7.... déposé le 4e jour, en même temps que les couches inclinées dont ce limon n'est encore que le prolongement horizontal.

Le système inférieur est recouvert par la 2e couche ferrugineuse (8, 8....) qui commence à zéro vers le 65e mètre et se continue jusqu'à l'extrémité B du bassin en prenant un peu d'épaisseur. La fig. 6 montre que cette couche est tachetée, marbrée par du limon charbonneux, ce qui prouve qu'une petite quantité de ce limon est aussi restée quelque temps en suspension.

Nous résumerons comme suit les observations que permet de faire ce dépôt.

(*a*) La stratification est remarquable, eu égard à la rapidité de la formation.

(*b*) Les gros grains sont généralement restés dans les parties supérieures du dépôt avec une certaine proportion de fines particules ; ces dernières se trouvent surtout à la base du dépôt

(*c*) Le dépôt comprend trois systèmes de couches :

1° Un système supérieur (partie fluviale), dont la pente est si faible qu'on peut le considérer comme horizontal ;

2° Un système moyen, à couches diversement inclinées, entre 0 et 40 degrés ;

3° Un système inférieur, à couches à peu près horizontales.

Dans les couches du système moyen, on constate généralement une diminution simultanée de la puissance, de l'inclinaison et de la grosseur des éléments constituants. Ces couches convergent vers le système inférieur avec lequel elles finissent par se confondre.

A côté de cette disposition générale, on voit des exceptions ou des particularités assez nombreuses :

Des pendages en sens inverse (2^a, 2^b, A').

Des ondulations, 0, 0..... ;

Des compressions ou refoulements des couches anciennes par les nouvelles (2^f, 2^g) ;

Des affaissements, des glissements des couches inclinées sur elles-mêmes, et sur les parties molles du fond (3^d, 3^f, 4^b) ;

Des brouillages (3^e, 4^d, 5^d) ;

Des déformations et des ruptures de couches (3^d, 3^f, 3^g) ;

Des ravinements effectués par le courant sur les couches superficielles et l'entraînement des produits de la corrosion dans des parties plus récentes du dépôt.

Une couche (8, 8...) dont les éléments ont été apportés dans le bassin avant ceux de la couche immédiatement inférieure.

Si l'on ne savait pas comment les diverses couches de ce dépôt, si différentes d'allure et de constitution, ont été formées, on aurait peut-être quelque peine à croire qu'elles sont le résultat d'une sédimentation en eau tranquille opérée en très peu de temps.

Le plus souvent, il n'y a aucun lien apparent entre les trois systèmes de couches qui paraissent en nette discordance ; cependant, on peut dire que l'apport de chaque instant se répartit entre les trois systèmes. La couche 6, 6..... montre bien comment se fait cette répartition.

Dans une autre expérience (1), les phénomènes généraux précédemment signalés se sont reproduits, mais il y a eu quelques particularités qui méritent d'être signalées. A une vingtaine de mètres du point d'arrivée des schlamms, on a pu reconnaître ce qui suit (Pl. XXXV, fig. 9) :

Des couches du système moyen convergeant vers la couche horizontale terreuse, se confondant plusieurs ensemble et finissant par disparaître ;

Des ondulations bien marquées dans la dite couche terreuse;

Une série de petits amas en chapelets S^1 S^2 S^3;

Des veines à pendage renversé R comprises entre ces couches horizontales.

L'aplatissement, la convergence et la disparition graduelle des couches du système moyen ont déjà été expliqués par l'entraînement inégal auquel sont assujettis les grains de grosseurs différentes.

Les ondulations résultent du poids que les couches supérieures apportent au moment de leur formation sur les couches limoneuses et molles du fond ; ce poids tend à soulever les limons en avant, c'est-à-dire du côté où la charge est faible. Puis de nouvelles couches se forment, compriment la partie soulevée, en soulèvent une autre et ainsi de suite.

Sous ces mouvements successifs, la terre argileuse s'ondule, mais garde sa continuité tandis que la couche de schlamms à grains fins qui la recouvre, étant moins plastique, se divise en amas et forme le chapelet S^1 S^2 S^3.

Quant aux lignes de pendage renversé R R il est probable qu'elles sont aussi la conséquence des affaissements successifs de la masse supérieure.

Dans cette même expérience (2), à une distance comprise entre 27 et 31 mètres du point d'arrivée des schlamms, on a reconnu d'autres faits non moins intéressants (Pl. XXXV, fig. 8).

De la boue argilo-ferrugineuse qu'on a fait arriver le 1er jour s'est répandue dans toute l'étendue du bassin et a formé la couche M, M^3, M^5 à peine marquée dans les parties médiane et supérieure du dépôt et de plus en plus puissante à mesure qu'on approche de l'extrémité du bassin où elle se trouve à peu près seule.

Cette couche M assez régulière vers ses extrémités est fort tourmentée en son milieu. A partir du 27e mètre elle présente, ainsi que les couches du système moyen qui la recouvrent, des accidents qui contrastent avec l'aspect des couches de dessus et de dessous. On voit d'abord en M^1 M^2 M^3 M^4 des mamelons irréguliers de plus en plus accentués ; en M^5 les pointements argileux ne s'arrêtent plus dans la couche limoneuse immédiatement supérieure ; ils s'élèvent plutôt et pénètrent comme une véritable injection en M^7, au millieu des couches du système moyen. En M^6, l'argile se divise, flotte et se répand en figures bizarres au milieu du limon charbonneux.

A chacun des mamelons de la couche M correspond un mamelon en sens

(1) *Bull. Soc. Ind. Min.* T. XV, 3e et 4e livraisons, p. 486, Pl. XXIII, fig. 2. Expér. n° 29.

(2) *Ibid.* p. 487, Pl. XXIII, fig. 3.

inverse, ou plutôt une sorte d'affaissement des couches de dessus; les mouvements se prolongent jusqu'au sommet du système moyen.

L'allure de la couche N donne des indications précises sur l'ordre de ces mouvements.

Il paraît évident que cette couche a d'abord été régulière et ininterrompue de N en N^6 et qu'au moment où elle s'est formée la couche M était régulière aussi. Jusque-là il entrait beaucoup de grains dans la constitution de la couche M; le limon charbonneux L, L^1, L^2... était aussi très grenu et la charge exercée par les couches inclinées était moins forte.

En M, la couche d'argile, plus boueuse, a commencé à céder; le limon charbonneux, peu consistant, s'est laissé facilement pénétrer; l'argile poussée en avant a cherché à se faire un passage en M^1 et les couches supérieures se sont affaissées.

Il s'est produit en ce point deux mouvements successifs indiqués par les deux ressauts de la couche limoneuse N, et par les dépôts Q et P; les couches Q se sont formées après le premier mouvement, le dépôt P après le deuxième.

Le petit rejet Q^1 qui n'atteint pas les couches P montre que le mamelon M^2 s'est formé après les couches Q et avant les couches P.

Les couches P^1, P^2, P^3 paraissent s'être formées entre l'apparition des deux mamelons M^3 et M^4.

Plus on avance, et plus les ondulations, les mamelonnements et les pointements de la couche M sont accentués. Il faut remarquer que le limon charbonneux de dessus est de plus en plus épais et de plus en plus boueux. C'est ce qui permet à l'argile de s'infiltrer dans les couches médianes en M^7, de se diviser et de se répandre ensuite en mille formes bizarres dans la couche limoneuse.

En M^1... M^3... M^4..., on remarque le phénomène inverse; là ce sont des boules de limon charbonneux qui se sont isolées dans la couche argileuse.

La couche du fond du bassin est aussi affectée par les mouvements dont nous venons de parler; mais les couches superficielles n'en portent pas de trace. Les premières n'étaient pas encore consolidées, quand les mouvements ont eu lieu, et quand les dernières se sont déposées, les mouvements avaient cessé.

Dans une autre expérience (1), un courant apportant les deux tiers des schlamms arrivait à la partie supérieure du bassin et le courant entraînant le dernier tiers débouchait latéralement à 19 mètres du premier point d'arrivée. A ce niveau (Pl. XXXV, fig. 10), sous les couches horizontales H, on rencontre d'abord les couches G, plissées en zigzag sur une certaine longueur, qui se prolongent avec une inclinaison croissante, au point de devenir presque verticales et qui se terminent brusquement sur une puissante couche limoneuse. Dans le limon, on trouve au-dessus de ces couches des amas de grains qui ont manifestement appartenu aux couches brusquement interrompues.

(1) *Bull. Soc. Ind. Min.*, T. XV, p. 490. Pl. XXIII, fig. 6, Expérience n° 20.

Au-dessus viennent d'autres couches JK, KL, non plissées mais terminées de la même manière, un peu plus confusément cependant, sur une couche limoneuse CD.

A la partie supérieure du dépôt se trouvent les couches alluviales H horizontales d'abord, puis un peu inclinées et formant un bassin au-dessus du grand amoncellement de limons CD.

L'amas limoneux s'arrête subitement devant les couches inclinées en amont du dépôt latéral MN.

Il est facile de rétablir, au moins en partie, les mouvements auxquels le dépôt a dû sa forme définitive.

Le dépôt formé par le courant latéral a constitué tout d'abord une sorte de barrage, qui a retenu, en amont, les limons apportés par le courant principal; une partie des limons du courant latéral est restée aussi du même côté. A mesure que l'on s'éloigne du point d'arrivée du courant principal, le limon de plus en plus fin, est plus menu: il a été refoulé en avant sous la pression des dépôts plus récents. Il y a eu une série de semblables mouvements qui ont refoulé le limon en DC, alors que les zigzags G se produisaient, que les couches IJ devenaient presque verticales dans le bas, en laissant leurs extrémités se disséminer dans le limon ; que les couches K L se redressaient et que les couches superficielles H, d'abord horizontales, se creusaient.

Dans les expériences qui avaient été préparées pour la Société, ces différents accidents avaient pu être reproduits avec une netteté qui ne laissait rien à désirer.

En quittant le bassin de sédimentation, la Société rentre en ville par la route de Colombier. Elle rencontre une masse de dioritine altérée, au contact de laquelle les schistes et les grès sont porcelanisés, et d'autres nappes puissantes de dioritine en roche dure, au milieu des grès.

M. Busquet fait la communication suivante :

Note sur les **phénomènes de sédimentation** *observés dans le* **delta houiller de Decize,**

par **M. Busquet.**

(Pl. XXXVI.)

La réunion de Commentry ayant pour but principal d'étudier les théories de M. Fayol sur la formation des terrains houillers, j'ai pensé qu'il ne serait peut-être pas sans intérêt pour nos collègues de connaître certaines observations faites dans le bassin houiller de Decize. Les mines où l'on exploite à ciel ouvert et où l'on peut, comme

à Commentry, étudier les talus d'immenses tranchées, sont très rares; aussi le plus souvent doit-on se contenter des indications que donnent les travaux intérieurs sur les bancs qui avoisinent immédiatement la houille, et de l'étude des galets tant aux affleurements que dans les galeries au rocher. MM. Bergeron et Nougarède vous exposeront plus tard comment à l'aide de ces moyens d'investigation insuffisants ils ont, grâce à la théorie des deltas, reconstitué la genèse des bassins de Graissessac, de Decazeville et d'Epinac, expliqué bien des anomalies apparentes et donné au mineur des indications précieuses pour les recherches futures.

S'il n'a pas été possible à Decize d'obtenir des résultats aussi considérables, on y a du moins recueilli un très grand nombre d'observations de détail, qui viennent confirmer la théorie de M. Fayol. Nous allons les exposer sommairement.

Le bassin houiller de Decize, situé à peu près à égale distance de ceux de l'Allier et de Saône-et-Loire, sur le bord ouest du Morvan, se présente aujourd'hui comme un îlot isolé au milieu de terrains plus récents. C'était, à l'époque houillère, un delta au fond d'un golfe, ou plutôt d'une lagune que formait la mer carbonifère entre le Morvan et le massif de Saint-Saulge. Cette lagune, étroite et longue, avait son entrée obstruée par des hauts fonds, dont le pointement granitique de Neuville est le dernier vestige. L'absence de poudingues ou même de galets un peu gros dans toute la formation houillère, sauf en quelques points isolés et très peu étendus, indique que le fleuve, ou peut-être les fleuves dont l'apport comblait la lagune, était plus long que ceux de Commentry. Des dislocations du sol se sont produites, soit pendant la création du delta, soit après. Les premières, en ébranlant le cône en formation ou à peine formé, y ont facilité les glissements ou les tassements locaux, plus abondants à Decize que dans les autres deltas ; les secondes en ont limité la partie exploitable. Un affaissement général du sol vers le nord a continué après la période houillère; il a permis au Permien, puis au Trias et à l'Infra-lias de se déposer successivement et en stratification transgressive sur le granite qui forme le substratum du delta et de la lagune.

Les grès houillers n'affleurent qu'en une bande étroite dirigée est-ouest et recouverte au nord et au sud par le Permien, puis par le Trias, l'Infra-lias, etc.

Des failles N.-S. amènent le Bathonien, à l'ouest, et le Sinémurien, à l'est, au contact du Houiller. Un épais manteau de Pliocène, sur lequel poussent de magnifiques forêts de chênes, masque environ les deux tiers de l'affleurement des grès.

On exploite à Decize un faisceau de huit couches puissantes de 1 à

4 mètres séparées par des entre-deux très variables. Elles plongent, au sud de 10° à 30°.

De très nombreux accidents hachent ces couches ; on a pendant longtemps supposé qu'ils étaient semblables aux failles qui disloquent les terrains jurassiques à l'est et à l'ouest du delta, mais une étude plus complète a fait reconnaître qu'au contraire le plus grand nombre d'entre eux était contemporain de la formation et dû à des causes purement locales, dont la théorie de M. Fayol et les faits si nombreux qu'il met en lumière dans son ouvrage sur Commentry nous ont donné la clef.

On a reconnu à Decize trois classes d'accidents : les failles géologiques, les failles limitées, les glissements.

1° Les failles géologiques, dues aux grandes dislocations de l'écorce terrestre, sont celles qui, postérieures au dépôt houiller, ont affecté avec lui les terrains jurassiques qui le recouvrent. Se produisant dans des terrains solidifiés depuis longtemps, elles ont donné des cassures nettes, sur les lèvres desquelles les strates conservent leur épaisseur. L'inclinaison de ces strates n'est pas modifiée si elles sont résistantes, comme le sont, par exemple, les épaisses formations de grès du terrain houiller. Elle augmente dans le sens de la dislocation si elles sont marneuses ou marneuses et calcaires, comme les dépôts jurassiques inférieurs du Nivernais. En général la faille géologique est très rapprochée de la verticale, son amplitude est le plus souvent considérable : dans le bassin, elle varie de 30 à 150 mètres.

La nature homogène du terrain houiller de Decize, composé de grès fins, de grès schisteux et de schistes qui souvent se confondent dans le même banc, l'absence de poudingues et par conséquent d'horizons déterminés, permettent rarement de reconnaître sur le sol les failles géologiques lorsqu'elles sont prépermiennes. Elles deviennent, au contraire, très nettes dès qu'elles affectent le Trias et les terrains plus récents.

Les travaux souterrains développés dans les couches superposées ont montré la rareté de ces grandes failles, leur netteté, leur continuité sur de grandes longueurs : une d'entre elles a été suivie sur plus de deux kilomètres. Nous avons dit que certaines étaient prépermiennes : la coupe (Pl. XXXVI, fig. 1) d'un de nos puits de recherches en donne la preuve évidente : elle montre aussi la discordance entre le Permien et le Houiller, discordance qu'il était facile de prévoir, car les bancs qui, à Germignon, recouvrent le terrain houiller, appartiennent à la partie supérieure du Permien supérieur.

2e Les failles limitées sont extrêmement nombreuses et donnent à nos travaux souterrains leur facies spécial. Généralement peu déve-

loppées en direction, elles *n'affectent en hauteur qu'une partie du faisceau de nos couches*, laissant intact soit le toit, soit le mur de la partie cassée. Les couches de houille et de grès, aux abords de ces failles, sont disloquées et amincies. La cassure n'est pas toujours très nette. On voit qu'elle s'est produite dans des terrains peu solides, encore en formation, que cette chute verticale a brouillés.

Les parties profondes, au-dessus desquelles le tassement ou le glissement s'est fait, n'ont pas été affectées. Les parties supérieures déposées postérieurement ont la régularité normale des autres strates du delta. Je pourrais citer de nombreux exemples de failles limitées. Certaines ont 3 et 400 mètres de long, d'autres 15 à 20 mètres. Quelques-unes sont nettes comme des failles géologiques verticales, d'autres sont précédées d'amincissements et très peu inclinées. Certaines sont isolées, c'est-à-dire qu'elles ne se relient à aucune autre; il en est au contraire, qui s'irradient en partant d'une cassure plus considérable. Les failles limitées isolées sont les plus longues : le rejet le plus considérable se trouve le plus souvent au milieu de leur longueur.

La fig 2. (Pl. XXXVI), donne le schema de cette dernière disposition.

Les failles irradiées, très fréquentes, sont les plus gênantes pour l'exploitation. Les ramifications de la faille principale peuvent être en effet très nombreuses, très rapprochées et ne laisser entre elles que des lambeaux de couches amincis et inexploitables. Au contraire, elles peuvent se perdre en partie à peu de distance et laisser la place à des champs d'exploitation réguliers. Rien ne peut faire prévoir en présence de quel système on se trouve, et l'exploration directe, toujours onéreuse et souvent inutile, s'impose au mineur.

Dans certaines régions du bassin particulièrement accidentées, les failles limitées présentent l'aspect de rides à peu près parallèles très rapprochées, telles que celles qui se produisent dans le tassement ou le glissement d'un remblai marneux. Pour compléter la ressemblance, d'autres failles moins importantes, à peu près perpendiculaires aux premières, divisent en parallalélipipèdes les marches d'escalier que celles-ci forment dans les couches. Il est difficile d'expliquer cette disposition autrement que ne le fait M. Fayol, c'est-à-dire par le glissement, sur une couche inclinée de moindre résistance, d'un dépôt incliné lui-même et encore imparfaitement solidifié.

La coupe 3 (Pl. XXXVI), prise dans des parties entièrement déhouillées aujourd'hui et par conséquent minutieusement étudiées, donne quelques exemples de failles limitées.

3° Les glissements, ou plutôt les éboulements, d'une partie du

delta en formation sont très fréquents à Decize. Comme la couche de moindre résistance suivant laquelle l'éboulement s'est fait, est en général une des couches de houille, celle-ci a disparu, ne laissant à sa place que quelques débris charbonneux, recouverts de blocs enchevêtrés qui appartiennent à toutes les parties du dépôt. Les mineurs nomment *serrées* ces accidents et les considèrent comme les obstacles les plus difficiles à traverser.

Il est souvent impossible de distinguer, à première vue, dans une étroite galerie de mine, un glissement d'un simple amincissement des couches. Cependant, si l'on note les terrains rencontrés, leur inclinaison, leur nature, etc., on arrive à les reconnaître. A Decize, les amincissements se trouvent toujours aux abords des failles limitées qui les ont produits; ils ne sont pas importants. Les glissements, au contraire, nombreux et considérables, interposent de grands espaces stériles dans les parties les plus riches de l'exploitation.

La figure 4 (Pl. XXXVI) donne la coupe d'une galerie de recherche menée suivant le mur d'un glissement que jalonnent, par places, des plaques charbonneuses. De courts sondages au toit et au mur, indispensables pour maintenir la galerie sur le plan que l'on suivait, ont permis de reconstituer les terrains sur une assez grande épaisseur. Cette coupe montre, presque aussi nettement que les tranchées de Commentry, les phénomènes signalés par M. Fayol.

Deux autres faits, observés à Decize, trouvent leur explication dans la théorie des deltas. Le premier est la variation dans la nature du toit des couches ; telle d'entre elles, la *Première Blard*, qui à l'est a un toit de schistes charbonneux très friables, est recouverte à l'ouest par des baumes passant au grès. Une autre, le *Crot Benoit*, a pour toit du schiste au centre, du grès à l'est. Et si en deux points très rapprochés, on examine le toit d'une quelconque des autres couches de houille, on y trouvera des bancs qui, pour être d'une même nature pétrographique, n'en seront pas moins très dissemblables entre eux. La théorie des deltas, qui montre que le toit d'une couche de houille est d'un âge différent en chacune de ses parties, explique très simplement ces variations.

Le deuxième fait observé à Decize est la différence d'épaisseur des entre-deux des couches. M. Nougarède a pu très habilement déduire d'observations semblables, faites à Epinac, la position probable de la partie la plus riche du delta. A Decize, le bassin étant reconnu sur la plus grande partie de son étendue, la tâche était plus facile : il n'y avait qu'à constater.

Le tableau suivant indique les épaisseurs des couches au centre de la formation et vers ses limites.

	Épaisseurs au centre de la formation.	Épaisseure aux limites est et ouest de la formation.
1re Couche Meule	1m	Veinules de quelques centimètres.
Entre-deux	5m	20m
2me Couche Meule.	1m50	Veinules de quelques centimètres.
Entre-deux.	5m	15m.
3me Couche Meule.	3m	0m40.
Entre-deux	50m	140m
1re Couche Blard	3m25	0m80. Charbon très schisteux.
Entre-deux.	0m80	30m.
2me Couche Blard	3m	0m80. Charbon très schisteux.
Entre-deux	3m	30m.
3me Couche Blard	1m90	N'existe plus qu'à l'état de trace.
Entre-deux	5m	120m.
Couche Crot Benoît.	4m	Veine supérieure 0m40, — avec 3 bancs de schistes interstratifiés. Entre-deux 25m. Veine inférieure 0m30, — avec un banc de grès interstratifié.
Entre-deux.	25m	55m.
Couche nouvelle.	2m90	Veinules de quelques centimètres

Vers les limites, la houille infiltrée de schistes est inexploitable. La matière charbonneuse s'est déposée en bancs minces dans les sédiments, où elle forme, en dehors des couches encore reconnaissables, une infinité de lits de quelques centimètres de puissance; son épaisseur totale est vraisemblablement la même, mais les conditions dans lesquelles s'effectuait le dépôt en ces points, n'en a pas permis la concentration.

Nous bornerons là des notes déjà trop longues. Une étude de la manière dont s'est formé le delta, de la position et des bornes des bassins des cours d'eau qui ont contribué à cette formation, des failles qui ont donné au sol son facies actuel si accidenté, serait sans intérêt pour la réunion : nous avons seulement voulu signaler les faits de détail qui confirment, croyons-nous, la théorie des deltas et qui prouvent tout au moins qu'elle s'applique au bassin de Decize comme à tous ceux qui entourent le Plateau Central.

M. Nougarède fait la communication suivante :

Formation houillère d'Épinac.

par M. **Nougarède.**

Le bassin d'Autun forme une sorte d'ellipse dont le grand axe orienté sensiblement E. O. aurait 30 kilomètres de longueur; ses deux foyers seraient approximativemnt Autun et Épinac.

Il a été l'objet d'un travail considérable de M. Delafond, dont on espère la publication prochaine. M. Mallard a fait de la région d'Épinac une étude industrielle remarquable dans laquelle la question géologique joue un rôle important.

La formation houillère d'Épinac est au fond de l'anse sud du bassin d'Autun. Elle est à la base d'un dépôt sédimentaire considérable commençant par des couches de houille classées par M. Grand' Eury entre le système de Rive de Gier et celui de Saint-Étieune, et se termiannt vers le nord par les schistes bitumineux permiens d'Autun.

La limite sud du terrain houiller, reconnue par MM. Manès et Grüner, s'avançait en promontoire singulier de gneiss, vers les travaux souterrains du puits Hottinguer.

Cette limite fut progressivement reculée par MM. Chosson, Delafond et Mallard. Ces savants ingénieurs reconnurent dans la colline gneissique une roche sédimentaire houillère composée de gneiss remanié analogue à la roche granitique de Sainte-Aline à Commen-

try et plus facile à déterminer par des études géologiques que par des caractères pétrographiques.

Les caractères minéralogiques déterminés par M. Grüner avaient décidé de l'emplacement du puits Hottinguer qui devait rencontrer la couche vers 200 ou 300 mètres de profondeur. Les études géologiques de ses successeurs reculant les limites du terrain houiller de 1600 mètres, expliquent la profondeur de la couche à plus de 600 mètres.

Les couches de houille sont à 30 ou 40 mètres au-dessus d'une roche verte appartenant à la base du terrain carbonifère.

Cette zone renferme, en certains points, de véritables roches éruptives, porphyres noirs ou tufs orthophyriques. L'ensemble de cette formation sédimentaire ancienne est amincie au sud et s'étale fortement vers le nord sous les manteaux triasiques, dont les ravinements la mettent à nu. Ce fait est clairement indiqué dans la carte de M. Mallard, où les terrains de recouvrement ont été supposés enlevés.

Cette carte m'avait d'autant plus frappé en 1886 que j'y retrouvais la division en parallélogramme, la forme réticulée des nombreux accidents qui découpent en lentilles, en lambeaux, les couches de houille du bassin de l'Aveyron, principalement celles des bords, à Bouquiès, Paleyret, Rulhe, etc.

Les accidents ont deux orientations bien distinctes : les uns sont perpendiculaires à la pente du gîte, c'est-à-dire suivent sensiblement sa direction ; les autres sont latéraux et font le plus souvent avec les premiers un angle variable de 110° à 120°. Ils se comportent comme les cassures des terrains en décharge fortement inclinés glissant suivant les lignes de moindre résistance sous la charge des dépôts successifs qui les recouvrent. Ils peuvent même remonter en se moutonnant contre un obstacle ou une autre pente, comme on le voit à la tranchée de l'Espérance à Commentry et aux grands talus de décharge de l'exploitation à ciel ouvert de Lavaysse à Decazeville.

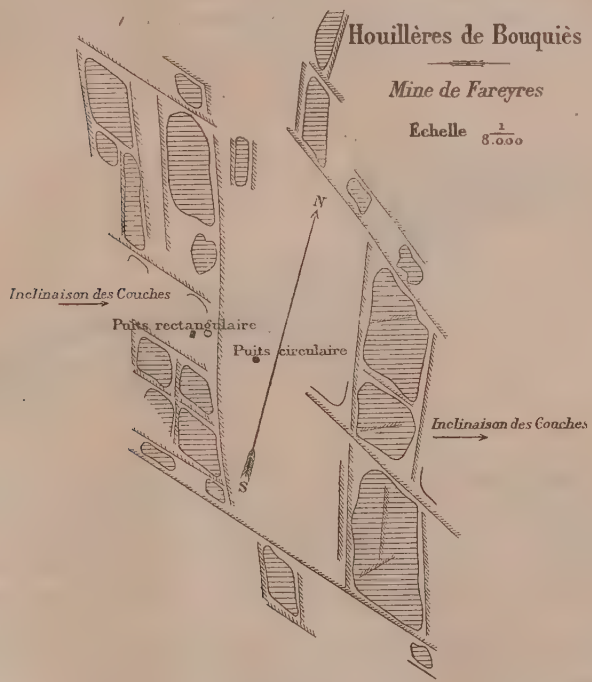
Ce réseau failleux, désastreux pour une mine lorsqu'il est par trop serré, est commun à plusieurs bassins houillers du centre de la France et me paraît un caractère, une conséquence de la sédimentation à forte pente.

M. Mallard signale à ce sujet une curieuse et étroite analogie entre les bassins houillers de Ronchamp et d'Épinac. « La nature des accidents qui stérilisent le faisceau houiller est le même de part et d'autre. »

M. Fayol les a fait remarquer à Commentry et surtout à Montvicq. On les observe à Decize et même à Saint-Etienne. On les a particu-

lièrement étudiés dans l'Aveyron où, dans certains cas, leur multiplicité et leur importance rend impossible l'exploitation industrielle des gisements qu'ils affectent. Leur jeu paraît être en rapport avec la grosseur des éléments sédimentaires, c'est-à-dire avec le comblement rapide du lac, ce qui explique l'infortune des houillères littorales à bancs encaissant de gros poudingues (fig. 1).

Fig. 1.



A Épinac, où les éléments arénacés sont moins grossiers, la pente sédimentaire générale plus faible et la couche plus près du fond de la cuvette, les accidents se bornent à la laminer et à la stériliser sur une largeur plus ou moins grande.

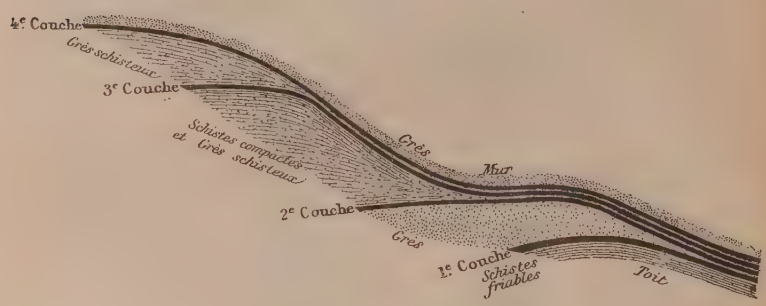
Certains de ces accidents contemporains de la formation peuvent modifier complètement le régime de la sédimentation, c'est-à-dire du dépôt de la houille et donner des solutions de continuité plus ou moins importantes. Leur croisement généralement bouleversé et stérile, explique l'insuccès relatif du puits Hottinguer et celui des

recherches au sud, qui n'ont pu franchir encore la zone aussi appauvrie qu'accidentée qui l'encadre.

Nous trouvions donc à Epinac des caractères de sédimentation inclinée et nous fûmes d'autant plus conduits à voir au nord la direction du charriage que les couches divergent vers le nord, convergent au sud vers les bords du bassin.

Réunies en un seul faisceau vers le sud, au puits de Fontaine-Bonnard, elles s'épanouissent par bifurcations successives, s'écartant les unes des autres en se dirigeant vers le nord, par l'importance croissante des intercalations stériles. Le croquis (fig. 2) est la

Fig. 2.



représentation de ce caractère particulier du gisement. Les pénétrations stériles se font par le toit, c'est-à-dire que les couches s'isolent successivement vers le toit, par intervalles variables de 150 mètres à 700 mètres. Il n'en serait plus de même, si les subdivisions étaient le résultat d'un affaissement de la cuvette, l'inflexion serait vers le mur.

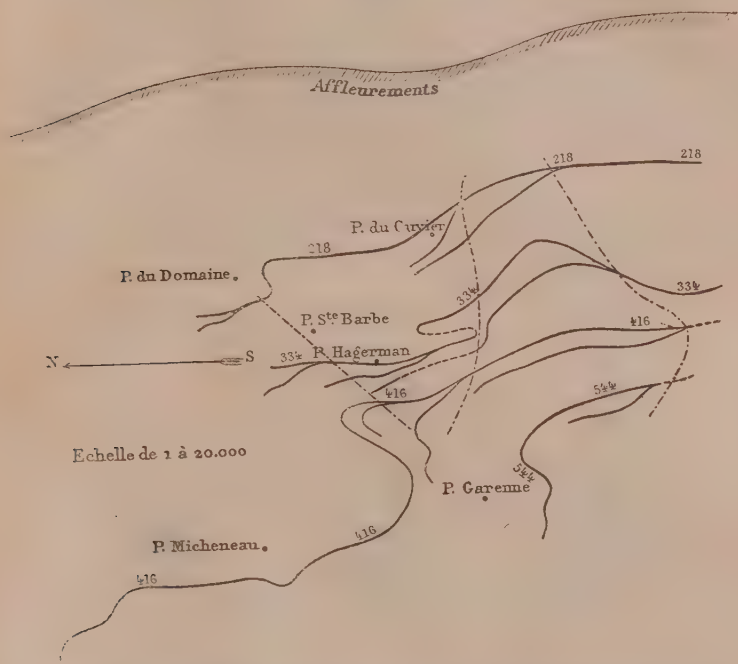
La figure 3 représente, d'après les plans de la mine et à divers niveaux, cette bifurcation remarquable.

On y voit qu'elle s'étend en profondeur et prend naissance suivant des lignes différentes de la plus grande pente. Elle est encore mise en relief par les coupes suivantes du faisceau aux puits de Micheneau, Hagerman, Fontaine-Bonnard (fig. 4). Ces coupes se résument comme suit :

Puits de :	du faisceau	Epaisseurs charbon	charbon utile	roches arénacées
Micheneau	52.60	4.85	4.00	48.60
Hagerman	32.00	7.20	6.00	26.00
Fne Bonnard	10.20	9.50	9.50	0.70

Il est donc palpable que les roches arénacées et stériles, poudingues, grès et schistes, augmentent de puissance vers le puits de Micheneau, aux dépens du charbon exploitable, dont l'épaisseur diminue.

Fig. 3.



Comparativement au puits de la Garenne, exactement dirigé au sud de Micheneau, le fait est de même ordre.

Puits de :	Epaisseurs du faisceau	charbon	charbon utile	roches arénacées
Micheneau	52.60	4.85	4.00	48.60
La Garenne	28.60	8.05	6.95	21.65

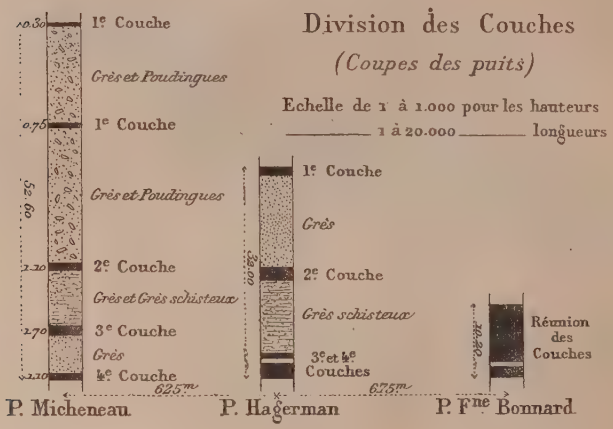
Du puits Micheneau à celui de Hagerman, l'épanouissement est de 20 mètres sur 625 mètres, soit 3 mètres 20 par 100 mètres et de 24 mètres sur 700 mètres, ou 3 mètres 40 pour 100 mètres à la Garenne ; soit un renflement des parties stériles vers le nord de 3 mètres 30 par 100 mètres environ.

L'étude comparative des terrains composant ces faisceaux donne les résultats suivants :

Puits de :	Épaisseurs charbon	grès	schistes	poudingues	Ensemble
Micheneau	4.85	10.25	30.5	7.00	52.60
La Garenne	8.65	13.01	7.	»	28·60

Les éléments lourds, poudingues et grès, envahissent donc les divisions des couches au puits de Micheneau, au point d'en composer 37 mètres 50 sur 52 mètres 60, soit 70 pour cent de l'ensemble,

Fig. 4.



tandis qu'ils n'entrent que pour 7 mètres sur 28 mètres 60, ou 25 pour cent dans les éléments du faisceau de la Garenne.

Il est donc logique d'admettre que l'accroissement rapide des roches arénacées et lourdes vers le nord est un indice que le dépôt houiller s'y approche du delta de sa formation. Celui-ci nous paraît encore indiqué par la direction des couches qui s'épanouissent et divergent nettement du littoral houiller du sud au nord, par l'inflexion convexe des bancs au-dessus du puits Lestiboudois et par la nature des galets. On ne trouve aucun galet gneissique, mais des granulites, granites, schistes et quartzites reconnus au nord. « Les galets ont donc dû être apportés par des courants venant du nord ou de l'est et non du sud où dominent les gneiss. » (Mallard, 29 octobre 1883.)

L'origine sédimentaire de ces dépôts par voie de charriage du nord nous paraît démontrée et explique naturellement un grand nombre de faits tels que l'insuccès des recherches au nord. Les irrégularités des terrains, les divisions observées au puits du Cuvier ou ailleurs, ne peuvent la détruire et trouvent leur explication dans les variations mêmes du delta, envahissant le sud par des sédiments plus ou moins obliques aux bords du bassin. Nous en donnerons encore la confirmation suivante, bien que plus indirecte. Les bancs du toit sont particulièrement des grès aux puits du Domaine, Sainte-Barbe et du Cuvier, tandis qu'une épaisse formation de schistes s'observe sur une zone concentrique aux puits de Souachères, Fontaine-Bonnard et Garenne. Ils dominent plus encore au toit à Souachères, Fontaine-Bonnard et Hottinguer.

Enfin dans le sens N.-E. S.-O., d'Hagerman à Hottinguer, les sédiments grossiers diminuent dans la proportion suivante, sur les 200 mètres comparables à partir du mur des couches.

Puits de :	Epaisseurs				
	grès et poudingues		schistes et charbons		Total
Hagerman	183.2	92 0/0	15.8	8 0/0	200
Garenne	153	78	47	22	200
Hottinguer	106	53	94	47	200

L'étude des roches sédimentaires à l'extérieur est particulièrement difficile à cause des argiles tertiaires qui en recouvrent la plus grande partie. On peut néanmoins observer des traces charbonneuses sur la rive droite du ravin de Thury et des grès faiblement inclinés sur la rive gauche, qui font penser à la plaine alluviale couvrant encore les poudingues, les gros éléments sédimentaires que l'on aperçoit dans le voisinage du toit des couches, dans les parties relevées et érodées comme à Fontaine-Bonnard.

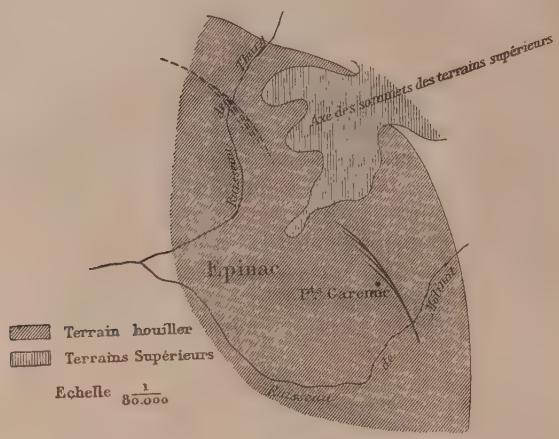
Les recherches en profondeur et au sud n'accusent jusqu'à ce jour qu'une continuité en queue de poisson.

Il vient donc naturellement à l'esprit de sonder les richesses houillères possibles et en réserve pour l'avenir, dans une allure symétrique à celle qui est en exploitation depuis un siècle (fig. 5).

Notre pensée n'est point de retrouver à Epinac toutes les observations remarquables de M. Fayol à Commentry, mais d'en tirer un enseignement précieux pour les travaux d'avenir. Une erreur minéralogique a produit le puits Hottinguer. Une erreur géologique pourrait exposer aux déboires des exploitants de l'Aveyron dans les deltas reconnus par M. Bergeron à Auzits, Montbazens-Negrin, Bouquiès.

Les variations locales d'apports sédimentaires peuvent être infinies et leur étude sera dans la plupart des bassins houillers sinon impos-

Fig. 5.



sible, du moins fort difficile. Nous espérons qu'après le Congrès de la Société géologique de France à Commentry, la science s'unira plus que jamais à l'industrie à la recherche de la vérité.

Séance du 22 août.

PRÉSIDENCE DE M. H. FAYOL.

La séance est ouverte à onze heures du matin, dans une salle de l'école communale de Bézenet, mise gracieusement à la disposition de la Société par la Municipalité.

Le procès-verbal de la dernière séance est lu et adopté.

*Compte rendu de l'***excursion** *du 21 août à la* **tranchée des Goutilloux,** *à* **Bazergue,** *à la* **tranchée du Pré Gigot** *et au* **bassin houiller de Pérassier,**

par M. **H. Fayol.**

Le rendez-vous était fixé à six heures et demie du matin, à l'Atelier de préparation mécanique des houillères. Après un rapide coup d'œil jeté sur ce vaste atelier où les charbons sont criblés, classés, triés et

lavés, on se rend à la *tranchée* voisine *des Goutilloux*, où la formation des *grès noirs* se montre dans des conditions particulièrement favorables à l'observation.

Dans cette tranchée (Pl. XXXIII, fig. 8) (1), on peut reconnaître que les grès noirs sont constitués par une série de bancs de grès dont l'épaisseur atteint jusqu'à 30 mètres, renfermant une multitude de lentilles irrégulières de houille de toutes dimensions, depuis la parcelle microscopique jusqu'à des amas étendus et même de véritables couches de plusieurs mètres d'épaisseur. Ces grès forment une assise continue depuis Longeroux jusqu'aux Forges; à Longeroux ils sont en contact presque immédiat avec la grande couche; vers Sainte-Aline, ils en sont à 80 mètres de distance. Ils font généralement suite, parmi les bancs qui recouvrent la grande couche, aux bancs de Houiller remanié. Ils renferment eux-mêmes une proportion considérable de grès et de schistes remaniés.

Cette formation, dite des *Grès noirs*, n'est pas la seule partie du terrain houiller de Commentry qui présente des grès charbonneux à lentilles de houille multiples et irrégulières; il y a de ces grès en divers points, mais non en couches puissantes comme dans la formation des grès noirs.

On peut expliquer ainsi ce qui s'est produit: après un certain abaissement de niveau du lac, révélé par les bancs remaniés, les cours d'eau ravinèrent la plaine alluviale et emportèrent jusqu'à leur embouchure les matières végétales répandues à la surface de cette plaine, dans les lagunes et les marécages. C'est durant cette période que se sont formés les grès noirs; les matières végétales, en partie transformées, denses par conséquent, se sont arrêtées au milieu des sables qui constituent les grès noirs.

Cette formation des grès noirs ne peut être expliquée dans la théorie des tourbières; son explication est, au contraire, des plus simples dans la théorie des deltas.

Puis la Société, sous la conduite de M. de Launay, se rend à Bazergue pour étudier, sur place, des filons de granulite riche en grenat, en cordiérite (2) et en sillimanite. Cette roche, qui a un cachet bien spécial, serait facile à reconnaître dans le terrain houiller si elle s'y trouvait à l'état de galets; on ne l'y a jamais rencontrée. C'est l'une des raisons qui font penser qu'aucun cours d'eau n'allait de cette région vers le lac houiller.

(1) Mém. de M. Fayol, Pl. XIII, fig. 1.
(2) *Cordiérite de Commentry. Bull. Soc. Géol. de Fr.*, 3e sér., t. XV, 8 nov. 1886

De Bazergue, la Société revient vers les Houillères. Dans la *tranchée du Pré Gigot*, on voit encore de beaux exemples de failles limitées. On constate également dans les couches houillères la présence de nombreux nodules de fer carbonaté. Ce qui frappe le plus dans cette tranchée, c'est l'allure différente du mur et du toit de la couche de houille : le mur est régulier, présentant une inclinaison de 20 degrés environ; les premiers lits de la couche de houille sont également réguliers; puis des contournements de plus en plus prononcés se manifestent dans les veines de la couche de houille, et au-dessus le toit se montre plissé, contourné et comme refoulé par les bancs supérieurs sur une dizaine de mètres, tandis qu'au-dessus et au-dessous les assises sont régulières. C'est le résultat de l'un de ces glissements si nombreux dans le terrain houiller de Commentry et dont nous avons déjà vu un si bel exemple à l'Espérance.

La tranchée du Pré Gigot a mis au jour un ancien fossé de 12 mètres de largeur et 4 à 5 mètres de profondeur, comblé par toutes sortes de débris d'ustensiles et de constructions de l'époque gallo-romaine; en certains points, le remplissage est argileux et renferme, admirablement conservés : des feuilles de végétaux divers, dont quelques-unes paraissent encore vertes au moment où on les extrait; des insectes dont les élytres ont encore de vives colorations métalliques, et des fragments d'os et de bois ordinairement accompagnés de vivianite blanche qui prend assez rapidement une belle teinte bleue sous l'action de l'air.

Tout près de la tranchée du Pré Gigot se trouve la *tranchée du Puisard*, où des bancs récemment découverts par l'exploitation montrent une profusion de fossiles végétaux qui font l'admiration des amateurs, notamment un knorria à deux branches et un tronc de lepidodendron de $0^{m},80$ de largeur, visible sur 10 mètres de longueur.

On retrouve ici la *grande couche*, mais non plus en une seule masse pure, sans intercalations stériles, comme à Saint-Edmond, ni seulement divisée en deux ou trois veines comme elle l'est à Forêt et à l'Espérance, par les bancs des Roseaux et des Chavais; ici elle est impure, schisteuse, et on la voit passer graduellement au schiste.

Ces changements de nature dans le sens latéral sont dus à un phénomène analogue à celui qui a produit les intercalations minérales au milieu de la houille. Lorsque les apports minéraux momentanés survenaient au milieu de la couche végétale, ils formaient des dépôts lenticulaires dont les extrémités se confondent souvent avec la houille de la grande couche, parce que l'accumulation végétale s'est poursuivie sans interruption. Mais lorsque ces apports venaient

latéralement à une extrémité de la couche végétale, les intercalations stériles prenaient la forme de coins. C'est le cas remarqué au puits Saint-Augustin (Pl. XXXIII, fig. 7) (1) et dans la Grande Couche (Pl. XXXIII, fig. 9). (2) Lorsque les apports grossiers, au lieu d'être momentanés, persistaient longtemps sur le même point, laissant revenir le dépôt végétal à de rares intervalles, c'était ce dernier qui prenait l'allure d'une intercalation au milieu des bancs stériles. Tel est le cas des ramifications stériles.

En passant devant la *tranchée de l'Ouest* (Pl. XXXIII) (3), on remarque de nouveaux phénomènes de convergence, des failles limitées, des bancs remaniés, etc.

De cette tranchée, la Société rentre en ville, en passant devant la coupe verticale de 60 mètres de hauteur de la *Grande Tranchée* (Pl. XXXIII, fig. 5) 4). On voit nettement, quoique à distance, les bancs supérieurs converger rapidement, sur certains points, vers la Grande Couche; on voit des failles locales, des bancs à fausse stratification, et l'on constate que des bancs lenticulaires irréguliers, discontinus, donnent cependant, dans l'ensemble, l'impression de couches continues et régulières.

M. Fayol appelle l'attention de la Société sur les phénomènes de convergence qui sont peut-être encore plus nets dans cette tranchée que dans les autres. On voit de puissants faisceaux de bancs, composés principalement de grès, et inclinés de 20 à 30 degrés vers la Grande Couche de houille, qui perdent peu à peu leur inclinaison et leur puissance, passent en même temps du grain grossier au grain le plus fin, et se terminent en quelques lits de schistes qui eux-mêmes viennent se perdre et se confondre avec les premières veinules charbonneuses de la Grande Couche.

Ce phénomène qui est absolument inexplicable dans l'hypothèse de l'horizontalité primitive des couches, est au contraire tout à fait conforme à la disposition des deltas formés en eau tranquille.

Après déjeuner, la Société se rend, en chemin de fer, à la gare de Chamblet-Néris. Elle se trouve là sur la bordure nord du terrain houiller, sur le granite (un granite bleu comparable, d'après M. Mallard, à celui de la Creuse). Des filons de granulite et de micro-granulite, parallèles entre eux, sillonnent la région. Tout près de la gare, une coulée de diorinite (porphyrite andésitique micacée) est remar-

(1) Mém. de M. Fayol, Pl. X, fig. 3.
(2) *Ibid.*, Pl. X, fig. 5.
(3) *Ibid.*, Pl. VII, fig. 3.
(4) *Ibid*, Pl. VII, fig. 1.

quable par les galets de granulite qu'elle empâte. Près du Plaix, M. de Launay fait remarquer une micro-granulite passant au porphyre pétrosiliceux.

La Société rentre sur le terrain houiller, à Bourdessoulles, et l'on constate que les éléments des grès et des poudingues sont des débris des mêmes roches qu'on vient de voir en place en parcourant le terrain primitif. C'est le même fait déjà observé par la Société dans la zone de Longeroux et au banc Sainte-Aline, où elle a reconnu, parmi les matériaux détritiques, les mêmes roches qu'elle venait de voir en place dans le voisinage; mais il n'y a aucune ressemblance entre les éléments constitutifs de la zone de Longeroux et ceux de la zone de Bourdessoulles; entre ces deux zones, il y a la même différence qu'entre les massifs granitiques eux-mêmes de Hyds et de Chamblet-Néris. Ce sont des faits très probants en faveur du système des *deltas*.

La Société quitte alors le terrain houiller de Commentry et se dirige vers Néris.

A Cerclier, on rencontre un filon de dioritine à vacuoles nombreuses allongées, tantôt vides, tantôt remplies de chaux carbonatée (1).

Puis on arrive vers un petit bassin houiller de 500 mètres de longueur et 250 mètres de largeur, dit de *Pérassier*, dont les chemins creux et les ravins permettent de voir à peu près tous les bancs.

La constitution de ce petit dépôt est très remarquable et fort intéressante au point de vue du mode de formation.

A la base, au nord, ce sont des bancs de grès fin, avec quelques poudingues dont les galets sont en granite et granulite identiques aux roches que nous venons de voir en place dans le massif de Cerclier.

Au milieu, des bancs puissants de conglomérats à blocs énormes (dépassant 1 mètre) succèdent tout à coup à des grès fins. — Les éléments de ce conglomérat sont d'abord des débris de granite et de granulite de même nature que ceux de la base et de Cerclier, et ensuite des galets et des blocs d'une porphyrite semblable à celle du filon de Cerclier.

Les blocs de granulite, de granite et de dioritine sont pour la plupart à peine roulés, presque anguleux, ce qui accuse, surtout pour la dioritine facile à désagréger, un bien faible charriage. — Comme

(1) Pour la description de cette roche, voir de Launay. Note sur les Porphyrites de l'Allier. — *Bull. Soc. Géol. de Fr.*, 3e sér., t. XVI, p. 84.

d'ailleurs on ne connaît pas, dans la région, d'autre porphyrite semblable à celle de Cerclier, l'origine des éléments constitutifs du petit bassin de Pérassier ne laisse pas de doute.

On remarque une autre particularité intéressante dans le dépôt de Pérassier : entre le conglomérat et les bancs inférieurs sans porphyrite, se trouve une sorte de grès, à pâte abondante et verdâtre qui ressemble beaucoup à un tuf porphyrique. Il paraît fort probable que c'est une coulée de dioritine qui sera arrivée, au moment de l'éruption, jusqu'au bassin de dépôt : au-dessous de ce banc il n'y a pas trace de dioritine dans le terrain de Pérassier ; au-dessus, tous les bancs en renferment plus ou moins à l'état de galets.

Le bassin de Pérassier n'est pas le seul petit dépôt houiller de la région ; tout près de là, il y en a un autre à blocs de granite, de granulite et de dioritine de 200 mètres de longueur seulement.

La course s'achève par une visite à la station thermale de Néris. Puis la Société rentre à Commentry pour dîner.

Le soir à huit heures, visite des Forges, où la Société reçoit le meilleur accueil de la part du directeur, M. Gibon.

M. le professeur **Renevier** présente les observations suivantes, à propos du compte rendu que vient de faire M. Fayol, de l'excursion du 21 août :

On nous a montré la *Grande Couche* de houille et les couches qui l'accompagnent, plongeant de 50° et plus, vers le centre du bassin. Il ne me paraît pas possible d'attribuer en totalité cette forte inclinaison à la sédimentation normale d'un cône de déjection. Dans nos cônes torrentiels alpins les plus accentués on n'observe jamais une pareille déclivité des dépôts.

Les cônes de déjection des deltas ont une déclivité d'autant plus faible, qu'ils sont formés de matériaux plus fins. Or, les apports de débris végétaux ne sont pas assimilables à des matériaux sédimentaires grossiers, mais au contraire, vu leur légèreté, à des limons ténus. Si donc, ces bancs de houille ont été formés, comme le pense M. Fayol, par l'entraînement de débris végétaux et leur dépôt à la surface du delta, c'est au pourtour seulement du cône de déjection, et dans les eaux plus tranquilles du centre du bassin que ces débris végétaux ont dû surtout s'accumuler. Or, dans ces conditions, les couches végétales ne devaient avoir qu'une faible déclivité originelle.

D'autre part, en longeant les bords du bassin de Commentry du côté du S.-E. et revenant au S.-O., nous avons vu le plongement des

couches diminuer beaucoup et changer d'orientation, mais il nous a paru que la déclivité était toujours dirigée vers l'axe central du bassin de manière à donner à celui-ci une disposition synclinale. Ceci me paraît indiquer d'une manière assez précise un affaissement graduel du centre du bassin houiller qui se serait produit peut-être déjà pendant son remplissage, mais surtout après son achèvement. Cet affaissement peut être attribué en grande partie au tassement des matériaux ténus déposés dans les parties centrales du bassin et tout particulièrement au tassement des sédiments végétaux, dont le volume devait diminuer énormément par la carbonisation.

L'aggravation de déclivité produite par cet affaissement expliquerait de la manière la plus simple et la plus naturelle, les glissements de terrain si remarquables de la tranchée de l'Espérance qui ont produit à petite échelle des plissements de couches comparables à ceux des Alpes.

La déclivité des bancs beaucoup plus forte sur le bord septentrional du bassin houiller, s'expliquerait de même fort bien, puisque, suivant l'exposé de M. Fayol, les matériaux sédimentaires provenaient essentiellement du nord. Cette déclivité du bord septentrional serait, en effet, attribuable à une double cause, savoir : l'inclinaison originelle du dépôt accrue par la dénivellation résultant de l'affaissement central ; tandis que sur le bord méridional du bassin, la déclivité inverse résulterait uniquement de ce même affaissement.

Cette disposition synclinale est d'ailleurs un fait général dans les petits bassins de combustibles minéraux. Je l'ai retrouvée dans certains bancs de *lignites feuilletés* interglaciaires des environs de Wetzkon (Zurich), dont l'origine est évidemment tourbeuse et où l'action de tassement est évidente.

Quant à la formation même des bancs de houille, je maintiendrais, pour ce qui me concerne, une part d'action à la végétation marécageuse ou semi-aquatique, qui ne me paraît pas du tout incompatible avec les causes sédimentaires, seules invoquées par M. Fayol. Je ne voudrais rien retrancher de ces dernières, si bien démontrées par les belles études de notre éminent confrère, mais décidément elles ne me paraissent pas suffisantes pour tout expliquer. L'épaisseur même des bancs de houille me semble être un argument en faveur d'une végétation sur place, dans un bassin marécageux, où pouvaient se déposer simultanément des débris végétaux en grand nombre, amenés par les eaux torrentielles, des forêts vierges avoisinantes. »

M. **Fayol** fait la réponse suivante aux observations de M. Renevier :

Je suis tout à fait de l'avis de M. Renevier lorsqu'il refuse d'admettre que les inclinaisons de 50 degrés et plus que nous avons vues à Commentry, dans la région de Forêt, soient dues en totalité à la sédimentation normale; pour les raisons que j'ai eu l'honneur d'exposer dans notre première séance, j'estime que dans cette région la Grande Couche et les bancs qui l'entourent n'ont pas pu se déposer avec une inclinaison supérieure à 30 ou 35 degrés; je crois que le surplus est dû à l'éruption de dioritine. L'un des dessins que j'ai présentés montre qu'en effet les intercalations de cette roche dans le terrain houiller ont pu faire passer l'inclinaison de 30 à 50 et 60 degrés; mais je ne dis pas que cette cause soit seule intervenue pour modifier l'allure du dépôt. Bien qu'il n'y ait pas, à Commentry, des cassures que l'on puisse sûrement relier aux mouvements généraux de l'écorce terrestre, il est bien évident que ces mouvements ont dû avoir aussi leur action sur ce point du globe. Je dis seulement que les phénomènes sédimentaires et les éruptions de dioritine suffisent à expliquer les fortes inclinaisons auxquelles M. Renevier a fait allusion.

Je suis encore de l'avis de M. Renevier lorsqu'il dit que les débris végétaux charriés ne sont pas assimilables à des matériaux sédimentaires grossiers, mais à des limons tenus; je ne suis plus de son avis lorsqu'il dit que limons et végétaux ne peuvent se déposer qu'avec une déclivité très faible. J'ai établi que le limon et les végétaux pouvaient se déposer en couches inclinées, et j'espère que M. Renevier se rendra aux preuves que j'ai données lorsqu'il aura pu les examiner attentivement.

Quant à la déclivité de la Grande Couche, toujours dirigée vers l'axe central du bassin, comme l'a remarqué M. Renevier, et que notre confrère attribue à un affaissement graduel du centre du bassin houiller, elle s'explique par la marche inégale du remplissage du lac houiller par ses divers cours d'eau. Le tassement des matériaux invoqué par M. Renevier n'a pas été insensible et il a laissé les traces fort intéressantes que vous avez pu voir au toit de la Grande Couche (failles locales) (Pl. XXXIII, fig. 3), mais il n'aurait pas pu produire la disposition synclinale que M. Renevier est disposé à lui attribuer. Le terrain houiller se compose en effet, pour les neuf dixièmes de grès et de poudingues peu susceptibles de tassement, et d'un dixième seulement de schistes et de houille dont le volume originel a dû assurément subir une très forte réduction; mais cette réduction totale serait loin de suffire à produire la disposition synclinale en question; il faut de plus remarquer qu'elle s'est effectuée en grande partie pendant la formation même des couches et n'a pu avoir qu'une très faible influence sur l'allure définitive du bassin.

Je voudrais pouvoir répondre complètement à la dernière observation de M. Renevier sur le mode de formation des couches de houille; notre éminent confrère ne veut pas se laisser entièrement séduire par la théorie des deltas et veut encore réserver une part d'action à la végétation marécageuse ou semi-aquatique. Si nous n'étions pas pressés par le temps j'essaierais de convaincre M. Renevier qu'il est impossible de trouver dans nos couches de houille l'action simultanée du charriage et de la végétation sur place, et que le charriage seul a été ici en jeu.

*Compte rendu de l'***excursion** *du 22 août à* **Montvicq, Tizon,** *et* **Bézenet,**

par M. **H. Fayol.**

La Société quitte le terrain houiller de Commentry et se dirige vers le bassin de Montvicq-Bézenet dans un train spécial du chemin de fer des houillères.

La ligne traverse d'abord les gneiss à nombreux filons de granulite qui entourent le terrain houiller de Commentry au nord, puis le granite à grains moyens, puis le granite à grands cristaux de feldspath, qui persiste jusqu'au terrain houiller de Montvicq.

On s'arrête à Tizon pour voir une nappe *permienne* reposant sur le granite, véritable arkose granitique à pâte blanche. Des nappes semblables existent dans le voisinage, à Varennes et à La Ville.

On s'arrête encore pour voir le plan de contact du granite et du terrain houiller de Montvicq, incliné à 50°; la désagrégation des roches de contact, indique un glissement.

Aux Bourdignats, sur un point, à la base du terrain houiller, dans une ancienne carrière exploitée pour l'empierrement des routes, on voit sur 30 mètres de hauteur, une masse rocheuse, dure, sans caractère précis, dans laquelle un examen attentif permet de reconnaître une sorte d'éboulement granitique dont les éléments ont été soudés et imprégnés par la silice. Les bancs houillers en contact ne portent pas trace de l'action siliceuse, ce qui permet de reporter cette action avant la formation du terrain houiller.

Dans une autre carrière, en plein terrain houiller, exploitée pour fournir des remblais à l'exploitation, on voit en deux points de gros troncs de syringodendron, dans des positions voisines de la verticale, quelques-uns pourvus de racines ou de fragments de racines. Ces troncs sont examinés avec un vif intérêt, et l'on reconnaît généralement que, bien qu'il soient *debout*, il est impossible

d'admettre qu'ils aient poussé en cet endroit; mais qu'ils ont dû être charriés.

M. Fayol rappelle à ce propos à la Société les discussions auxquelles on donné lieu les troncs ou fragments de troncs d'arbres trouvés debout, dans les couches du terrain houiller.

L'attention des géologues fut appelée pour la première fois sur les arbres debout, par Alex. Brongniart, en 1821. Depuis cette époque tous les auteurs, sauf Constant Prévost, semblent avoir admis que ces tiges debout reposent sur le sol même où elles ont pris naissance. M. de Lapparent a fait justice de cette erreur dans la deuxième édition de son traité de *Géologie*, en établissant que les faits reconnus par les exploitants de Commentry pouvaient être déduits déjà du simple bon sens.

Les tiges ne sont pas les seuls organes de plantes que l'on rencontre avec la position verticale; certains bancs sont remplis de brindilles (fragments de racines ou de branches) ayant toutes les inclinaisons y compris la positiou *debout;* il y a des grès remplis de feuilles de cordaïtes disposées dans tous les sens; les frondes d'annularia et de fougère, les radicelles de stigmaria, prennent aussi quelquefois la position verticale.

On trouve des tiges sur tous les points et à toutes les profondeurs du terrain houiller, et dans toutes les sortes de roches; il y en a dans la houille, dans le schiste, dans le grès, dans les poudingues et même dans les conglomérats les plus grossiers.

Ces troncs sont, pour la plupart, couchés, étendus sur les plans de stratification (Pl. XXXIV, fig. 11 et 12); il y en a quelques-uns d'inclinés en tous sens et même de perpendiculaires sur les strates : ceux qui se rapprochent de cette dernière position sont dits *debout* (Pl. XXXIV, fig. 9, 13, 14, 15, 17) (1).

Sur 100 tiges fossiles (2) trouvées dans le terrain houiller de Commentry, on en compte environ 5 debout, autant d'inclinées sous les inclinaisons les plus variées, et 90 couchées dans les plans de stratification. Dans les expériences de sédimentation qu'il a faites, M. Fayol a constaté que des tiges quelconques (de peuplier, d'acacia, de cerisier, de fougère, etc.), chassées par un cours d'eau en même temps que des sédiments minéraux, se déposent en donnant à peu près les mêmes proportions de tiges debout, inclinées et couchées, que l'on rencontre dans le terrain houiller.

Ce fait suffirait pour prouver que la verticalité des tiges dans une

(1) Mém. de M. Fayol. Pl. XV, fig. 8 bis, 9.
(2) *Ibid.* Pl. XIV, fig. 8; Pl. XVI, fig. 104, 3; Pl. XV, fig. 5.

couche sédimentaire n'implique pas nécessairement la végétation sur place ; si un doute avait pu subsister à cet égard, il aurait disparu devant le tronc de fougère qu'on a trouvé dans la grande tranchée, *la tête en bas.*

Dans les deltas, comme dans les dépôts artificiels qu'il a formés, M. Fayol a toujours vu les fragments de branches et de racines, ainsi que les feuilles, avec la disposition qu'elles ont dans le terrain houiller et, notamment, parfois la position debout.

Les tiges debout sont très rares dans la houille (Pl. XXXIV, fig. 17), rares dans les schistes, assez nombreuses dans les grès et les sédiments plus grossiers.

Ce fait s'explique facilement dans l'hypothèse du charriage.

On sait que les tiges imprégnées d'eau s'enfoncent assez rapidement en eau tranquille ; charriées par une rivière jusque dans un bassin où se déposent divers matériaux, elles peuvent s'arrêter dès qu'elles sont soustraites à l'action du courant et gagner le fond à peu de distance de l'embouchure dans la région des sédiments grossiers. Que parmi ces tiges, les unes s'étalent sur le plan de stratification et que d'autres se fixent avec des inclinaisons diverses, cela n'a rien d'étonnant, et la moindre expérience suffit pour le constater. Or, les tiges qui, au moment de leur immersion, ont une tendance à rester quelque temps debout sur le fond du bassin, peuvent être facilement fixées dans cette position par les sédiments grossiers que le cours d'eau apporte, tandis que de fines particules argileuses ou d'autres débris végétaux ne les empêchent pas de se coucher.

Ainsi s'expliquent la présence et l'abondance relative des arbres debout dans les grès et les poudingues.

On se dirige ensuite vers les nappes permiennes situées près du puits Sainte-Marie.

Là, de grandes carrières montrent, reposant sur le grès houiller, des argilolithes et des grès aux colorations vives, blanches, jaunes, rouges.

Dans un petit banc argileux, riche en empreintes végétales, on recueille divers échantillons. On remarque que ces empreintes végétales ne sont pas noires, qu'elles n'ont pas gardé des traces de houille comme dans les bancs houillers.

Dans la tranchée supérieure de Montvicq on voit des grès rouges que M. de Launay compare aux arkoses de Cosnes. Certains bancs renferment des troncs debout et couchés.

A peu de distance se trouve le piton de Varennes, massif de granite porphyroïde de 40 à 50 mètres de longueur, qui paraît avoir été

défendu contre la désagrégation par la silice dont il est imprégné.

Tout le massif se ressent d'une éruption siliceuse qui a constitué de nombreux filonets dont l'épaisseur va jusqu'à $0^{m},50$. Ces filons sont constitués par une pâte siliceuse amorphe, dure, d'un blanc jaunâtre; des grains de quartz éparpillés dans la pâte lui donnent l'aspect porphyrique.

Sur quelques points, le filon ressemble tout à fait à certains grès permiens.

Tout autour des filons, l'orthose du granite a passé du rose au blanc amorphe; il est parfois nacré; les effets métamorphiques de la silice se font sentir sur plus de 20 mètres de largeur.

Le filon de Varennes est connu sur plus de 3 kilomètres de longueur. Sur quelques points, la silice passe au jaspe et à la calcédoine résinoïde.

La course du matin se termine à Bézenet.

M. **Raymond** présente les remarques suivantes sur *le bassin houiller de Montchanin* (*Saône-et-Loire*).

Le bassin houiller de Montchanin s'appuie au sud sur la granulite et est recouvert au nord par le grès rouge permien.

Les roches qui le composent ont été amenées par un courant d'eau venant du sud, puisqu'elles sont entièrement formées d'éléments granulitiques.

Comme à Commentry, la base du bassin renferme des conglomérats de granulites, rencontrés dans le fonçage de plusieurs puits et que M. Burat désigne sous le nom de *roches d'adieu*.

L'étude géologique de ce bassin n'est pas assez avancée, pour qu'on puisse indiquer les positions précises des cours d'eau qui ont charrié les matériaux de dépôt du terrain houiller; mais le défaut de parallélisme entre la direction des amas de houille et celles des limites du bassin, nous porte à croire que nous sommes dans l'une des ramifications d'un delta assez important.

C'est en suivant la méthode tracée par M. Fayol dans son importante étude du bassin de Commentry que nous arriverons à retrouver les lits des cours d'eau dont les atterrissements ont formé le bassin de Montchanin.

M. **Delafond** présente les observations suivantes :

Je crois devoir formuler quelques réserves au sujet des assimilations qui pourraient être tentées entre le bassin de Commentry et

ceux de Saône-et-Loire. (Bassin d'Autun et Bassin de Blanzy et du Creusot).

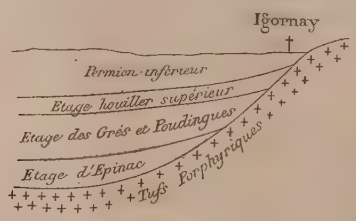
Je ne pense pas qu'il soit possible d'expliquer convenablement les faits observés en appliquant purement et simplement, dans ces deux grands bassins, la théorie ingénieuse émise par M. Fayol pour le petit bassin de Commentry.

M. Fayol admet, en effet, l'existence, avant le dépôt houiller, d'une profonde dépression transformée en lac, dans laquelle se seraient déposés, par voie de delta, les divers éléments qui constituent le terrain houiller; les végétaux, qui ont formé les couches de combustible, auraient été principalement fournis par les forêts luxuriantes qui croissaient sur les plaines alluviales des deltas. Pendant et même après la formation houillère, les mouvements du sol auraient été assez peu importants pour ne laisser aucune trace apparente, de telle sorte qu'on retrouverait aisément aujourd'hui toutes les circonstances qui ont accompagné la formation du dépôt.

Or, il n'en est pas ainsi dans le bassin d'Autun et dans celui de Blanzy et du Creusot. Des mouvements importants du sol se sont produits pendant et après les formations houillère et permienne.

Bassin d'Autun. — La partie inférieure du terrain houiller de l'Autunois n'affleure qu'à l'extrémité est du bassin (Epinac), tandis que la partie supérieure, bien caractérisée par sa flore et ses petites couches de houille surmontées de schistes bitumineux (Étage des Calamodendrées d'après M. Grand'Eury) s'étend dans tout le bassin. Elle forme le plus généralement, à l'ouest d'Epinac, une mince zone reposant directement sur les terrains anciens; cependant sur certains points (Igornay), cet étage houiller supérieur est lui-même débordé par le Permien inférieur qui s'appuie directement sur les tufs porphyriques. On a donc à Igornay la disposition figurée par le croquis schématique ci-contre :

Fig. 1. — *Coupe schématique de la partie occidentale du Bassin d'Autun.*



Ces importants phénomènes de transgressivité que présentent l'étage houiller inférieur, l'étage houiller supérieur et l'étage permien inférieur, ne peuvent s'expliquer qu'en admettant, pendant les formations houillère et permienne, l'existence de mouvements du sol qui ont modifié plus ou moins profondément la forme de la cuvette du bassin.

Ajoutons incidemment qu'il nous paraît assez difficile, en admettant le remplissage en une seule fois, par voie de delta, d'une cuvette préexistante, d'expliquer pourquoi dans le bassin d'Autun les couches de houille importantes existent seulement à la partie inférieure de la formation, alors que les plaines alluviales des deltas étaient fort restreintes ; tandis que lorsque ces dernières avaient acquis de grandes étendues, et pouvaient porter d'immenses forêts, il ne se formait plus que les gîtes insignifiants de l'étage houiller supérieur.

Enfin l'étude du bassin démontre qu'il s'est produit, avant le dépôt du grès bigarré, des plissements et des failles.

Bassin houiller de Blanzy et du Creusot. — Ce bassin houiller est moins bien connu que celui d'Autun, cependant il est des faits importants qui méritent d'être rappelés ou signalés.

Au Creusot, des mouvements de refoulement ont amené le déversement du granite et du Dévonien sur le terrain houiller.

A Montchanin, le terrain houiller est, sur une grande longueur, déversé sur le grès rouge permien. A Blanzy, Montchanin, Saint-Bérain on n'observe généralement pas de relèvement des couches de houille du côté de la lisière des terrains anciens ; et les coupes résultant des travaux souterrains indiquent nettement alors un refoulement du Houiller par les terrains anciens, avec accompagnement de plissements et de failles. Peut-être même, sur certains points, notamment à La Gagère, près de Saint-Bérain, ces refoulements ont-ils produit, comme au Creusot, un déversement des terrains anciens sur le Houiller.

Les phénomènes que nous venons de signaler se sont incontestament produits avant le dépôt du grès bigarré.

En outre, diverses observations, qu'il serait trop long de reproduire ici, ne permettent pas de mettre en doute que des mouvements importants du sol n'aient eu lieu également pendant l'époque houillère et l'époque permienne, et n'aient provoqué dans les dépôts des discordances par transgressivité.

Résumé. — Nous sommes donc amené à admettre, d'après les considérations qui précèdent, que pour les deux grands bassins de Saône-et-Loire, les mouvements du sol ont joué un rôle capital pen-

dant les époques houillère et permienne. Nous croyons que les plis synclinaux, dans lesquels se sont formés ces terrains, se sont produits progressivement pendant que s'effectuaient les dépôts, que la forme de la cuvette se modifiait d'une manière fréquente, peut-être même continue, de telle sorte que plusieurs formations successives sont fréquemment discordantes.

Nous admettons bien volontiers que les sédiments qui s'accumulaient dans les cuvettes correspondant aux plis synclinaux pouvaient, dans de nombreux cas, se former par voie de delta; nous reconnaissons même que le delta donne une excellente explication de la préparation mécanique, du triage qui a dû s'opérer dans les éléments charriés par les cours d'eau pour séparer la houille, les schistes et les grès, mais nous pensons qu'en ce qui concerne les bassins de Saône-et-Loire il est indispensable, pour arriver à une explication rationnelle des faits observés, de faire intervenir, dans une très large mesure, d'importants mouvements du sol. Ce n'est pas dans la formation par voie d'un seul delta ou de plusieurs deltas simultanés, qu'il y a lieu de chercher l'explication des faits, il nous paraît indispensable d'admettre plusieurs formations successives superposées ; ces diverses formations pouvant d'ailleurs être dues, les unes à des phénomènes de delta, (notamment dans le cas de dépôt de houille), les autres à des phénomènes d'alluvionnement.

La recherche des anciens deltas serait d'ailleurs rendue assez difficile par suite des oscillations et même des dislocations subies par les bassins pendant et après le dépôt des terrains houiller et permien.

M. J. Bergeron fait la communication suivante :

Note sur les **bassins houillers** *de* **Graissessac** *et de* **Decazeville.**

par **M. J. Bergeron.**

Dans l'étude que j'ai entreprise depuis plusieurs années du massif ancien du Rouergue et de la Montagne Noire, j'ai eu à m'occuper d'un certain nombre de bassins houillers dont plusieurs sont le siège d'exploitations très actives. J'ai cherché à voir si l'on pouvait leur appliquer les théories de M. Fayol et j'ai pensé que le moment était propice d'exposer ici, à Commentry, les résultats auxquels je suis arrivé.

Les deux seuls bassins où j'aie pu reconnaître par moi-même la composition et l'allure des couches, parce que des travaux à ciel ouvert ou de profondes vallées permettent d'y relever quelques bonnes coupes, sont ceux de Graissessac et de Decazeville. Chacun d'eux m'a fourni quelques faits qui me semblent se relier très bien les uns aux autres et apporter quelque confirmation à la théorie des deltas.

I. — BASSIN DE GRAISSESSAC

Le premier auteur qui ait donné une description complète du bassin houiller de Graissessac est Garella (1). Bien que ce travail ait été écrit en 1839, il n'y a, cependant, que bien peu de faits nouveaux à y ajouter ; mais l'interprétation de tous les accidents me paraît devoir être modifiée.

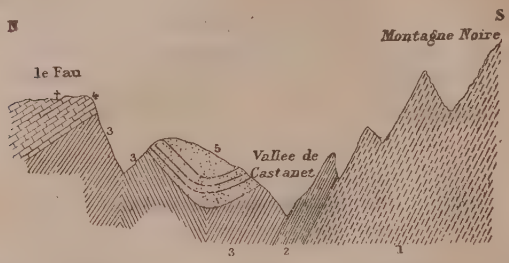
D'une manière générale, le bassin de Graissessac semble être affecté d'un pli synclinal dont les deux branches présentent des caractères différents. La branche septentrionale qui est de beaucoup la plus développée et la plus importante au point de vue de l'exploitation, a une inclinaison plus grande que celle de la branche méridionale. Elle repose en discordance de stratification sur des schistes archéens-cambriens et sur des dolomies dévoniennes. Ces assises antéhouillères constituent le mont Cabanes, le mont Redon, etc. La branche méridionale s'appuie également, en discordance de stratification, sur les mêmes assises primaires, mais celles-ci, fort peu développées, reposent à leur tour sur la série des schistes à séricite et des gneiss qui occupent une surface assez grande sur le bord méridional du bassin. Bien que l'allure des couches justifie l'existence d'un pli synclinal, celui-ci n'est pas admis sans quelque réserve, à cause de la différence de la composition de la houille dans les deux branches ; cependant le faisceau Ubertine qui a un plongement nord et le faisceau Saint-Étienne qui plonge vers le sud, présentent les mêmes caractères et par suite justifieraient l'opinion que l'on a affaire à un pli.

Le plongement des couches diminue à mesure que l'on s'avance vers l'est ; en même temps le bassin houiller s'élargit.

La coupe suivante (fig. 1) prise dans la partie occidentale du bassin donne l'idée de l'allure des couches.

(1) Étude du bassin houiller de Graissessac (Hérault). — Étude des gîtes minéraux publiés par les soins de l'administration des Mines en 1843.

Fig. 1. — Coupe transversale du bassin de Graissessac (1).



1. Gneiss granulitiques. — 2. Schistes micacés et sériciteux. — 3. Schistes archéens-cambriens — 4. Dolomie du Dévonien inférieur. — 5. Dépôts houillers.

Au point de vue de la composition lithologique, le bassin de Graissessac présente, à la base, un conglomérat dont les éléments sont de grosseur très variable. Ce sont des blocs de porphyroïde dont les gisements ne se retrouvent qu'au nord du bassin dans quelques ravins qui aboutissent dans la vallée du Clédou, des blocs de calcaire et de schistes. Au-dessus de ce conglomérat apparaissent des alternances de grès fins, de schistes et de houille dont il est impossible de reconnaître le point d'origine.

Garella avait déjà signalé (2) la composition des sédiments de ce bassin telle que je viens de l'indiquer ; mais il avait aussi reconnu un accident qui est désigné sous le nom de *seuil de Saint-Gervais* et qui offre un très grand intérêt. Dans la partie occidentale, au niveau du village d'Andabre, non loin de Saint-Gervais, apparaît un conglomérat à éléments très grossiers composé surtout de débris de schistes et de calcaire dévonien. Il semble occuper toute la largeur de la cuvette houillère dans cette partie du bassin ; et il divise ce dernier en deux parties très inégales. C'est de chaque côté de cette masse de conglomérat, c'est-à-dire vers l'est et vers l'ouest, que se montrent les couches de houille exploitées dans le bassin de Graissessac. Celles de la partie occidentale forment le petit bassin dit de Saint-Gervais tandis que les assises de la partie orientale sont exploitées à Estrechoux et à Graissessac. D'après les renseignements qu'a bien voulu me fournir M. Chabaud, directeur de la concession de Saint-Gervais, les accidents, tels que failles localisées, plissements, lentilles charbonneuses, se multiplient quand on approche du conglomérat grossier du seuil de Saint-Gervais. Plus vers l'ouest, les couches de houille,

(1) Figure extraite des Annales des Sciences géologiques. T. XXII, fig. 22, p. 267.
(2) *Op. cit.* p. 24.

d'ailleurs très anthraciteuse, sont assez régulières pour qu'on puisse les exploiter. Enfin, les sédiments qui occupent tout à fait l'extrémité occidentale du bassin, du côté du pont de la Mouline, présentent de nouveau les mêmes accidents que j'ai signalés dans le voisinage du conglomérat d'Andabre; ils sont analogues à ces derniers, et deviennent peu à peu à blocs plus grossiers; leurs éléments proviennent encore des schistes et des calcaires du versant septentrional du bassin; cependant on voit quelques blocs de gneiss disséminés au milieu des éléments précédents et qui proviennent du bord méridional, c'est-à-dire de la Montagne Noire.

Dans la région orientale, ou bassin d'Estrechoux, toute la partie du terrain houiller située au contact du conglomérat d'Andabre n'a pas été étudiée; d'ailleurs, les affleurements de houille que l'on peut y reconnaître semblent être de peu d'importance. Mais plus vers l'est, au contraire, se trouvent les gisements houillers les plus riches à cause du grand nombre de couches qu'on peut y exploiter. Celles-ci atteignent le nombre de 25 dont la plus puissante a cinq mètres d'épaisseur. Plus vers l'est, du côté du Bousquet, le nombre des couches est bien moindre; il n'y en a plus que onze, parmi lesquelles une atteint trois mètres de puissance. Mais les accidents, dans toute cette partie orientale du bassin, sont assez nombreux; ce sont surtout des failles par suite du jeu desquelles les couches de houille situées d'un côté des vallées ne correspondent pas à celles situées de l'autre côté de ces mêmes vallées. On ne cite que la veine Brochin qui se retrouve sur les deux rives du Clédou. D'autre part, les études paléontologiques ne sont pas encore assez avancées dans ce bassin pour qu'il soit possible de reconnaître une couche aux fossiles végétaux qu'elle renferme. Il en résulte qu'il est impossible de dire, quant à présent, quelles relations existent entre les 25 couches de la région de la montage de la Padène et les 11 couches du Bousquet.

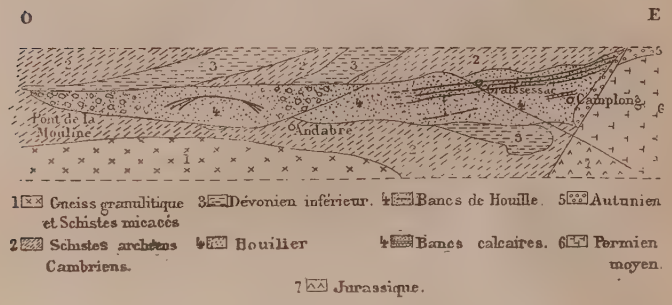
Si, maintenant que j'ai exposé les faits, je cherche à les grouper en appliquant les principes que M. Fayol a établis d'une façon si probante pour Commentry, je trouve qu'ils se relient très naturellement les uns aux autres.

D'abord, la composition lithologique des conglomérats houillers de la base prouve que les cours d'eau qui les ont amenés venaient tous du nord, puisque les roches qui les constituent ne se rencontrent en place que sur le versant septentrional. S'ils étaient venus du sud, ils auraient certainement entraîné des débris de gneiss et de schistes micacés; or, on n'en trouve pas. Il m'a été d'ailleurs impossible de reconstituer les deltas de toute cette partie du bassin.

Quant au conglomérat d'Andabre, il présente d'une façon frappante

les caractères d'un delta, tel que ceux que M. Fayol nous a montrés à Commentry. De plus, sa composition lithologique et son allure indiquent qu'il doit son origine à un courant venant également du nord. Les accidents que j'ai signalés dans le voisinage de ce conglomérat et qui correspondent à des ramifications de couches, des failles localisées, etc., viennent encore à l'appui de cette opinion : ils correspondent aux glissements, aux éboulements, etc., dont nous avons vu des exemples si nets, par exemple, au pré Gigot. A mesure que l'on avance vers l'ouest, les couches deviennent plus régulières; on se

Fig. 2. — *Plan du bassin de Graissessac* (1).



trouve dans une ancienne anse où s'accumulaient les débris fins et que l'on peut assimiler à l'anse des Pégauds. Enfin, encore plus vers l'ouest, les couches de houille présentent de nouveau des irrégularités, des dislocations locales, et alors apparaît dans cette région un conglomérat grossier qui occupe toute l'extrémité occidentale du bassin, du côté du pont de la Mouline. Ce conglomérat semble bien correspondre encore à un ancien delta; mais d'après sa composition lithologique, le cours d'eau qui l'a formé venait d'une région située au sud-ouest du pont de la Mouline, par exemple dans la direction de Murat; car, outre les très nombreux blocs de calcaire et de schistes qu'on y rencontre, il y a encore des blocs de gneiss et de schistes micacés qui indiquent que le cours d'eau recevait des affluents venant du sud.

La disposition des couches dans la partie orientale ne permet pas de tirer de conclusions bien précises, relativement à la façon dont se sont déposées les assises houillères du bassin d'Estrechoux. Il est probable que le bassin s'élargissait vers l'est; les eaux y perdaient

(1) Figure extraite du tome XXII des *Annales des Sciences géologiques*, fig. 24 p. 173.

leur vitesse primitive et les débris végétaux pouvaient s'y déposer. Les bancs de grès et les conglomérats intercalés entre les bancs de houille proviennent soit d'un changement de régime dans les cours d'eau qui formaient les deltas, soit de l'apport dû à des torrents formés localement. Je ne puis en indiquer l'origine parce que tous les détails stratigraphiques du bassin ne sont pas encore bien connus.

Dans la partie tout à fait orientale du bassin, du côté de Camplong, on voit, intercalées au milieu des schistes houillers, des assises d'un calcaire noir, très riche en bitume ou plutôt en matière organique, et en carbonate de fer. Ce calcaire, qui a été signalé pour la première fois par Garella, a été l'objet d'une étude spéciale de la part de M. Grand'Eury, qui donne une coupe fort exacte de toute cette série (1). Pour cet auteur le calcaire ainsi que le carbonate de fer, seraient dûs à l'apport de sources; pour moi la présence de carbonate de fer et de matière organique dans ces sédiments s'explique comme dans le bassin de Commentry. Quant au calcaire, qui, examiné au microscope, m'a présenté quelques traces d'organismes, d'ailleurs indéterminables, disséminées au milieu de calcite à grains fins très riche en matière charbonneuse, il rappelle par tous ses caractères ceux du Permien et doit avoir la même origine. Ce sont des sédiments d'eaux tranquilles et assez profondes.

La partie exploitée du bassin de Graissessac date de l'époque correspondant au niveau désigné par M. Grand'Eury sous le nom d'étage des Cévennes. Cependant, comme les assises du Houiller, qui ont été déposées les dernières, semblent être recouvertes en concordance de stratification par les premières couches du Permien inférieur ou Autunien, il se pourrait qu'elles fussent l'équivalent de la partie tout à fait supérieure du Houiller. Ce sont des études ultérieures qui permettront de trancher la question.

Étant donnée l'allure des couches de houille, il est certain que les sédiments houillers de Graissessac ont subi, postérieurement à leur dépôt, des pressions sous lesquelles tout le bassin s'est ployé. Ces pressions sont dues très probablement à l'action des mêmes forces qui avaient provoqué la dépression correspondant au lac houiller.

II. BASSIN DE DECAZEVILLE

Ce bassin a été considéré pendant longtemps comme n'offrant aucune constance, aussi bien dans sa structure que dans sa composi-

(1) Formation des couches de houille et du terrain houiller. — *Mém. Soc. géol de France*, 3e série, t. IV, pl. IX, fig. 3, p. 82.

tion. Cordier (1) déclara d'abord « que le sol y avait été totalement bouleversé » ; puis Dufrénoy (2) crut au contraire y reconnaître une certaine régularité, mais ce fut M. Boisse qui chercha le premier (3) à coordonner les accidents du bassin pour en tirer des conclusions relatives à l'allure des couches. Il reconnaissait l'existence de deux systèmes et signalait ce fait que pour certains ingénieurs il y en aurait même eu un troisième.

Dans ces dernières années, des recherches entreprises par les différentes compagnies, sous l'impulsion de M. Petitjean, ancien directeur des mines de Decazeville, ont amené à la constatation de faits fort intéressants que les directeurs (4) ont bien voulu me signaler avec une libéralité dont je tiens à leur exprimer ici toute ma gratitude. D'autre part, des études faites par moi à la surface, j'ai pu tirer quelques conclusions qui, groupées avec les faits recueillis par les exploitants, m'ont permis d'interpréter l'allure du bassin de Decazeville d'une façon différente de celles généralement admises. Pour ce bassin comme pour celui de Graissessac, j'ai cherché à appliquer la théorie des deltas, et j'ai pu ainsi expliquer bien des faits jusque-là inexplicables.

Voici d'abord les faits que j'ai observés ou qui m'ont été communiqués.

Le bassin de Decazeville, qui affecte sensiblement la forme d'un losange (voir fig. 3), est limité de tous côtés par des failles dont quelques-unes sont post-jurassiques, mais toutes sont postérieures au Houiller. Les quatre principales sont les suivantes : au nord, la faille limitative a une direction N. 47° O.; elle passe à Firmy, longe le Puy de Voll, traverse le Lot près du rocher de Gerles, sur la rive droite, puis elle disparaît sous les marnes et les calcaires d'eau douce de l'Eocène supérieur. La faille limitative occidentale, dirigée sensiblement N. 7° E., traverse le plateau de Montbazens, coupe le Lot près Panchot, puis disparaît également sous l'Eocène supérieur. La faille limitative orientale passe par Escandoulières, près la gare d'Auzits-Aussibal, et vient aboutir dans la vallée du ruisseau de la Garrigue ; sa direction est N. 7° O. Au sud, le bassin est limité par une faille post-jurassique des plus importantes qui part de Sévérac-le-Château et vient rencontrer à Asprières la grande faille de Villefranche, qui se prolonge jusque dans le Cantal; elle a une direction N. 60° O.

(1) Sur les mines d'alun du pays d'Aubin (département de l'Aveyron) — *Journal des Mines*, t. XXVI, p. 401, 1809.

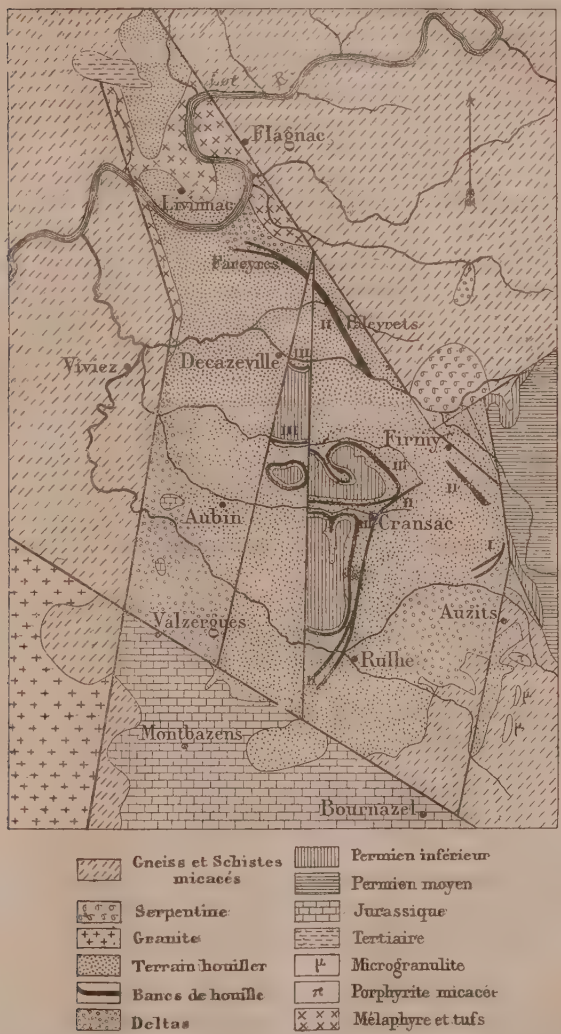
(2) *Explication de la carte géologique de France*, t. I, p. 603, 1847.

(3) *Esquisse géologique du département de l'Aveyron*, p. 90, 1870.

(4) MM. Petitjean, Héliot, Bravard, Seibel, Manigler, Nougarède, Fabre.

Le bassin étant limité par des failles, je n'ai pu reconnaître les

Fig. 3. — *Plan du bassin de Decazeville* (1).



(1) Figure extraite du t. XXII des *Annales des Sciences Géologiques*, p. 197, fig. 30.

contours du lac dans lequel se sont déposés les sédiments houillers. Cependant, les faits observés sont suffisants pour donner quelque notion sur les phénomènes qui ont pu s'y passer.

Ainsi que je l'ai dit plus haut, M. Boisse avait admis qu'il y existait deux systèmes de couches de houille, peut-être même un troisième. A la suite de mes études, je me suis rangé à cette dernière opinion. Les divisions qui avaient été faites autrefois d'après des caractères empiriques, me semblent correspondre à des phases différentes de l'histoire du bassin houiller de Decazeville.

Le système inférieur, le troisième, correspond à une série de couches cantonnées dans la partie méridionale du bassin, dans les environs des villages de Rulhe et d'Auzits. Il renferme les faisceaux de houille dits des Abiracs et de la Bertrandie. Il est caractérisé par la présence d'un grès feldspathique qui reparaît entre les différents lits de houille; ce grès est d'ailleurs d'une coloration verdâtre qui provient de l'altération du mica qui s'est transformé en chlorite. On retrouve au sud, du côté de la métairie de Carabols, les filons de microgranulite qui par leur démantellement ont fourni les éléments nécessaires à la formation de cette roche détritique. On peut facilement rattacher les uns aux autres ces grès et ces filons, car la microgranulite présente dans cette région un faciès spécial qu'on ne lui trouve pas ailleurs et qui existe dans les blocs encore intacts du conglomérat ; le feldspath et le mica noir sont très abondants, par contre le quartz y est rare.

Etant donnée la position des filons de cette microgranulite, qui sont bien localisés et bien spéciaux, et celle de ce grès, on peut conclure que le courant qui a entraîné les éléments détritiques venait du S.-E.

La flore recueillie au toit des couches de houille du faisceau de la Bertrandie m'a fourni :

Odontopteris Reichiana, Gutb.
Pecopteris polymorpha, Brg.
Sphenophyllum oblongifolium, Germar.

qui appartiennent tous au Houiller supérieur, mais ne sont caractéristiques d'aucune zone. La dernière espèce cependant, serait très fréquente à Carmaux, d'après M. Zeiller, qui a bien voulu examiner cette flore.

Toutes ces assises inférieures apparaissent par suite d'un bombement qui a ramené au jour, après érosion, la base du terrain houiller; on voit en effet, dans les environs d'Auzits, le contact des premiers conglomérats et des schistes micacés qui leur sont inférieurs. Mais elles

disparaissent vers le nord et l'est sous un conglomérat à très gros éléments qui est tout à fait spécial. Ce même conglomérat est également caractérisé par les débris des roches éruptives qui le composent. On y trouve encore de gros blocs roulés de la même microgranulite qui a déjà fourni les éléments des grès feldspathiques précédemment cités; mais, en plus, apparaissent des débris de porphyrite micacée qui, jusqu'alors, ne s'étaient pas montrés dans les conglomérats houillers. La porphyrite micacée n'apparaît dans la région du bassin de Decazeville, qu'au N. dans la région de Viviez ou au S. du côté de Carabols. L'association de la porphyrite avec la microgranulite de Carabols rend bien probable l'existence d'un nouveau courant venant encore du S.-E.

Il semble que le maximum d'épaisseur de ce conglomérat corresponde à la région de Haute-Serre, de la Garrigue et des Plas. C'est là également que les blocs roulés atteignent leurs dimensions maxima. On voit leur volume diminuer latéralement, et enfin dans la partie orientale, du côté d'Auzits, apparaissent des couches de houille qui ont été exploitées aux mines de l'Estang. Il y a là une succession latérale de dépôts qui rappelle en tous points ce que l'on peut voir à Commentry. La formation par delta de Haute-Serre serait donc superposée à un premier dépôt houiller dont il m'a été impossible de reconnaître le delta; cependant j'ai pu déterminer la direction du courant qui l'a formé, d'une manière approximative.

Les fossiles provenant des couches de l'Estang sont :

Sigillaria tessellata, Brg.
Nevropteris cordata, Brg.
Calamites Suckovii, Brg.
Pecopteris Plucknettii, Schloth.
Sigillaria cf. *elongata*, Brg.

Les caractères de quelques-uns de ces fossiles les feraient considérer par M. Zeiller comme provenant d'un horizon plus ancien que celui du Houiller tout à fait supérieur. Peut-être même appartiendraient-ils au niveau de Carmaux. Si ces couches de l'Estang datent du commencement du Houiller supérieur, à plus forte raison doit-il en être ainsi pour les couches d'Auzits qui leur sont inférieures.

C'est l'ensemble des couches d'Auzits et de celles de l'Estang qui constitue le système inférieur.

Sur les dernières, se voient des grès le plus souvent fins ou bien argileux, qui ne se distinguent pas de ceux qui sont intercalés entre les couches de houille de l'Estang. Ils renferment, il est vrai, quelques traces charbonneuses, mais aucune couche n'est exploitable. En s'avançant vers le nord et le nord-est, on retrouve une nouvelle série de couches de houille exploitées encore dans la région

de Cransac. Les plus importantes sont au nombre de trois. Celles-ci ont été reconnues dans les exploitations de Campagnac, de l'ancienne Compagnie des Aciéries de France, et de Passeleygue. Elles plongent très rapidement vers le nord. Généralement, elles sont régulières, sauf en certains points correspondant aux failles marquées sur la carte. Mais, vers l'ouest, ces mêmes couches perdent de leur régularité; elles forment des lentilles, des lambeaux isolés par des failles localisées. Ces accidents affectent la partie du bassin correspondant à l'ancienne exploitation des Issarts ; ils se retrouvent encore dans l'exploitation de Rulhe et dans celle de la Côte. Ce sont les mêmes accidents que nous savons accompagner les deltas. Ici, c'est encore le cas.

En effet, à ces couches disloquées fait suite un conglomérat très développé au nord de Montbazens. Il a passé longtemps pour n'être qu'une masse de granite, et c'est ainsi qu'il est représenté sur les anciennes cartes géologiques; je l'ai considéré ainsi moi-même pendant longtemps; mais une route nouvelle, descendant vers le moulin de Faux, m'a permis de reconnaître que ce massif soi-disant granitique était formé de gros blocs arrondis de granite, entre lesquels s'en trouvaient beaucoup d'autres plus petits. Parmi les blocs de petites dimensions se remarquent quelques galets de houille. Ce conglomérat à gros éléments granitiques s'étend depuis les environs de Lugan jusque près de Viviez. Il n'est pas possible de préciser la région où devait se trouver l'axe du delta, parce que le conglomérat est recouvert partout par la végétation et il est impossible, par suite, de savoir où se rencontreraient les blocs les plus gros; mais il est bien évident que le delta occupait toute la région dans laquelle se retrouve ce conglomérat à très gros éléments.

D'autre part, le cours d'eau qui a entraîné les blocs granitiques devait venir de l'ouest, car le granite appartient à la même variété que celle qui constitue le massif de Villefranche et qui ne se trouve nulle part ailleurs dans la région.

Ce conglomérat du delta de Montbazens disparaît, vers le nord-est, sous des grès quartzeux à éléments fins que je ne puis rattacher à aucun système, car il est impossible de les suivre et de voir ce qu'ils deviennent, grâce au jeu de failles qui ramènent en contact les assises du système supérieur.

Je rapporte encore au système moyen un autre conglomérat, également bien spécial, qui s'observe dans la partie septentrionale du bassin, au nord du col des Estaques, sur la route de Decazeville à Flagnac. Ses éléments proviennent tous de roches éruptives feldspatiques situées dans le massif qui limite le bassin houiller vers le

nord-est. Ce sont les mêmes granulites, les mêmes kersantites qui forment actuellement les galets que charrie le Lot et qui, étant donné le sens du courant de cette rivière, proviennent du même massif. Ce conglomérat à gros éléments se retrouve également sur la rive droite du Lot, au nord de Livinhac sur la route de Montmurat ; mais il est assez mal visible sous des tufs mélaphyriques qui renferment également quelques gros blocs de roches feldspathiques.

C'est latéralement à ce conglomérat que sont exploitées, sur la rive gauche du Lot, les couches de houille de Fareyrès et de Bouquiès. Là encore, les assises houillères sont toutes disloquées ; M. Nougarède, qui a été chargé durant plusieurs années de diriger les travaux de cette exploitation, a donné une figure qui prouve combien les accidents de toutes sortes y sont nombreux (Voyez fig. 1, p. 1013). Ce sont tous ceux que M. Fayol nous a montrés dans le voisinage des deltas. J'ai donc été conduit à assimiler encore à un delta le conglomérat des Estaques.

Dans le prolongement, en direction, des couches de Fareyrès, viennent les celles des Paleyrets.

On ne peut savoir si elles sont la continuation l'une de l'autre : une faille passant par Montbazens et Aubin, et dirigée N. 15° E., a amené au jour des assises gréseuses et schisteuses que je n'ai pu rapporter à aucun système.

Les assises houillères des Paleyrets offrent une certaine homogénéité et semblent avoir été assez éloignées d'un delta. On y remarque de nombreuses failles ; mais celles-ci intéressent toutes les couches à la fois et n'appartiennent pas à celles que M. Fayol désigne sous le nom de failles localisées.

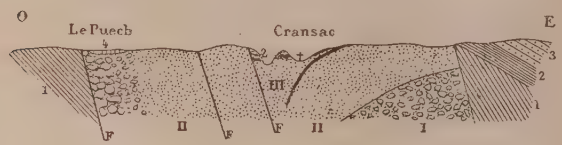
Peut-être les couches exploitées à Firmy font-elles suite à celles des Paleyrets. Peut-être, au contraire, dépendent-elles de celles exploitées à Cransac. Enfin, il se pourrait qu'elles fissent suite, à la fois, à ces deux séries de couches. Rien, jusqu'à présent, n'a pu me permettre de trancher la question. C'est seulement l'étude des flores qui conduira à quelque conclusion.

J'ai dit, en parlant du delta de Montbazens et de celui des Estaques, qu'ils appartenaient au système moyen. Leur synchronisme absolu est difficile à établir ; c'est la flore seule qui pourra donner à cet égard quelques indications. On a voulu invoquer, à l'appui de ce synchronisme, la composition de la houille, qui serait la même à Cransac et aux Paleyrets ; mais la composition chimique d'une même couche pouvant varier d'un point à un autre, il est bien difficile de tirer une conclusion d'une identité de composition. D'autre part, la série des couches de Cransac est recouverte par une autre série d'as-

sises houillères, qui possède des caractères parfaitement définis, que l'on retrouve dans tout le bassin de Decazeville et qui correspond au système supérieur. D'après les recherches faites par la Société nouvelle des Houillères et Fonderies de l'Aveyron, la série des Paleyrets passerait sous le système supérieur. C'est la principale raison pour laquelle je suis porté à considérer les deux deltas de Montbazens et des Estaques comme datant sensiblement de la même époque. Le peu que l'on connaît de la flore des Paleyrets semble confirmer cette manière de voir; pour M. Grand-Eury (1), elle indiquerait un horizon inférieur à celui qui constitue le système supérieur. Les couches des Paleyrets n'étant pas l'équivalent de Carmaux ou de l'étage des Cévennes, et semblant être plus récentes, doivent correspondre à celles de Campagnac qui sont comprises entre le niveau d'Auzits, qui est probablement celui de Carmaux, et le niveau de Bourran ou niveau supérieur.

D'après les faits observés dans les deltas, les couches houillères se déposent sous des angles variables qui ne dépassent pas 45°. Cependant, les couches de houille du système moyen, au niveau de l'exploitation de Campagnac, ont une inclinaison beaucoup plus grande, qui va en augmentant en profondeur jusqu'à la verticale; les assises du système supérieur qui reposent sur elles ont, au contraire, une inclinaison très faible de 20° au maximum. J'ai indiqué le fait dans la coupe schématique suivante. On ne peut admettre, dans ce cas, que

Fig. 4. — *Coupe schématique du bassin de Decazeville* (2).



1. Gneiss granulitiques et schistes micacés. — 2. Autunien. — 3. Permien moyen. — 4. Jurassique inférieur.
I. Système houiller inférieur. — II. Système moyen. — III. Système supérieur.

la grande inclinaison du système moyen soit due aux dislocations post-houillères; mais il faut supposer qu'avant le dépôt du système supérieur, il y avait eu des mouvements du sol qui se traduisent par l'inclinaison exagérée des assises du système moyen.

(1) *Flore carbonifère du département de la Loire*, p. 531.

(2) Figure extraite du tome XXII des *Annales des Sciences géologiques*, p. 217, fig. 32.

Le système supérieur, dont la flore est comparable, d'après M. Grand'Eury, à celle d'Aveize (Saint-Etienne), présente des caractères si constants qu'il se reconnaît sans difficulté. Ses couches sont généralement peu inclinées, et les sédiments sont très riches en schistes. C'est à ce système qu'appartiennent les couches de houille les plus épaisses du bassin ; leur puissance maxima atteint 60 mètres à l'exploitation de Bourran.

Ces assises houillères sont recouvertes, en stratification concordante, par des schistes dont la faune ichthyologique est identique à celle des couches permiennes de Saarbruck, d'Autun et de Lodève. Les dernières assises du Houiller et les premières du Permien passent si bien des unes aux autres, qu'il est impossible de tracer aucune ligne de séparation entre elles. L'allure du système supérieur est celle des dépôts permiens. Ceux-ci présentent le faciès de sédiments d'eaux profondes et tranquilles ; le système supérieur de Decazeville se serait donc déposé dans des conditions tout à fait différentes de celles que j'ai signalées précédemment pour les deux autres systèmes; elles rappelleraient bien plus les phénomènes observés dans les dépôts marins.

Postérieurement au dépôt de ce système supérieur, le bassin de Decazeville a été traversé par de grandes failles qui ont intéressé également le Permien; les unes sont post-jurassiques et les autres post-éocènes. Leur jeu a provoqué de nombreux accidents, parmi lesquels je ne citerai ici que le pli anticlinal de Lagrange, que Dufrénoy attribuait à tort à un pointement de roche éruptive.

Tels sont les faits que j'ai observés dans les bassins de Graissessac et de Decazeville. Ils se relient, pour chacun de ces bassins, si bien les uns aux autres, en appliquant la théorie des deltas, que j'ai cru devoir les signaler ici, puisqu'ils semblent venir à l'appui de la belle théorie à laquelle M. Fayol a attaché son nom.

M. de Launay fait la communication suivante :

Les dislocations du Terrain Primitif dans le Nord du Plateau Central.

par M. **de Launay**.

Les beaux travaux de M. Fayol nous ont montré comment s'étaient remplies à l'époque houillère des dépressions lacustres antérieurement constituées en divers points du Plateau Central. Nous voudrions essayer d'aller plus loin et, par l'étude minutieuse des dislocations

du sol antérieures à l'époque houillère, chercher à nous rendre compte comment s'étaient formés, avec quelle direction et pourquoi ici plutôt que là, ces bassins dont le remplissage est devenu le terrain houiller.

Cette étude sera fondée sur l'examen détaillé et la figuration aussi exacte que possible, des directions et sens de plongement *actuels* du terrain primitif : données à l'aide desquelles nous essayerons de retrouver avec quelque vraisemblance la trace des mouvements de torsion, de refoulement ou de fracture, subis à diverses époques par les gneiss et les micaschistes.

Il n'y a pas à se dissimuler à coup sûr toute la complexité des phénomènes dont nous essayons de retrouver l'histoire. Les dépressions du sol, au début du Houiller supérieur, devaient, comme celles visibles aujourd'hui, tenir à bien des causes : plissements des terrains produisant des vallons synclinaux, fractures ouvrant des sillons allongés dans l'écorce, érosion, etc... En outre, postérieurement aux temps houillers, deux grands mouvements principaux, post-permien et tertiaire, sont venus superposer leur empreinte à celles des dislocations antérieures qu'ils ont rendues plus confuses encore.

Néanmoins, dans le Bourbonnais que nous nous proposons spécialement d'étudier, le jeu des dislocations post-houillères paraît avoir été heureusement assez faible, et la loi principale que nous aurons à mettre en évidence s'accuse d'une manière encore fort nette par la disposition des bassins houillers suivant deux synclinaux du gneiss aux anticlinaux desquels apparaît le granite.

Avant de passer à cet examen, il ne sera peut-être pas inutile de décrire sommairement la succession des assises des terrains primitifs sur lesquels, à défaut de terrains primaires, peu ou point représentés dans notre région, ont porté nos observations.

I° DESCRIPTION MINÉRALOGIQUE DES GNEISS, MICASCHISTES ET AMPHIBOLITES DU NORD DU PLATEAU CENTRAL.

On a beaucoup discuté sur l'origine des terrains de gneiss et micaschistes ; nous ne chercherons pas à aborder cette question pour laquelle les éléments nous manquent jusqu'ici ; nous retiendrons seulement de la description qui a été faite du terrain primitif dans toutes les parties du globe, la constatation à peu près universelle de la succession suivante dans l'ordre de superposition des couches :

1° A la base viennent les gneiss (ζ^1) ;

2° Au-dessus d'eux une zone intermédiaire tenant à la fois des

gneiss et des micaschistes et renfermant des lits d'amphibolite, de leptynite, de cipolin etc... que nous désignerons par ζ^{1-2} ;

3° Au sommet, les micaschistes ζ^{2}, les schistes chloriteux, talqueux et sériciteux auxquels succèdent des couches franchement détritiques considérées comme cambriennes.

Dans le Bourbonnais, l'ordre de succession précédent est presque toujours observé ; nous y rencontrerons toutefois en apparence une infraction importante : tout le massif de micaschistes de la région des Colettes paraît plonger au nord sous les gneiss de la feuille de Moulins. Nous autorisant de l'universalité, généralement admise, de l'ordre inverse, nous serons peut-être en droit d'en conclure qu'il s'est produit là un grand pli renversé, analogue à ceux signalés par M. Bertrand en Provence et dont l'existence concordera du reste parfaitement avec le sens attribué par nous au mouvement de refoulement post-carbonifère (1).

1° *Le Gneiss* ζ^{1} est extrêmement variable d'aspect. Tantôt il forme des masses très cristallines que l'on a peine à distinguer de certains granites et où il faut regarder attentivement pour reconnaître la disposition zonée des micas. D'autres fois, au contraire, par sa schistosité et sa surcharge en mica noir, il se rapproche des micaschistes.

En général, il nous a semblé que nous n'avions affaire partout dans cette région qu'à des termes assez élevés dans la série et le faciès accidentellement plus cristallin nous a paru correspondre, non pas à un âge plus reculé, mais à une pénétration plus intime par le granite voisin.

Le seul type réellement ancien est peut-être celui qui forme une bande allongée de Buxière à Gipcy, paroi nord d'un anticlinal dans la voûte duquel est apparu le granite.

Ce gneiss est particulier par sa compacité, sa dureté, par le peu d'orientation des micas, par l'abondance de l'oligoclase rose et surtout du mica vert qui lui donnent une vague apparence de roche amphibolique.

En certains points, par exemple sur le chemin qui va de Buxière au ravin des Rocs, le long du ruisseau, les grands cristaux de feldspath y prennent une orientation analogue à celle des microlithes d'une pâte fluidale tandis que les micas continuent à être disposés d'une manière quelconque.

(1) L'extension des gneiss de la feuille de Moulins nous paraît beaucoup trop grande pour qu'on puisse les considérer simplement comme une de ces recurrences gneissiques habituelles à la base des micaschistes.

En dehors de cette roche spéciale, le type de gneiss le plus généralement représenté est une roche grisâtre, dure et compacte au fond des vallées, délitée par feuillets sur les hauteurs, où le mica à petits éléments forme de fines lignes noires alternant avec des parties blanches de quartz et de feldspath.

Quelques autres types se rencontrent également par endroits, soit une roche peu schisteuse contenant tantôt de petits grains de feldspath isolés au milieu du mica noir et tantôt des paquets de mica vert ou jaune à cristallisation désordonnée, soit une roche à apparence granitique comme celle de Chantelle (Allier) qui pourrait n'être en réalité qu'un granite ayant pris une certaine orientation par son intrusion au milieu des gneiss.

Enfin, il y a lieu de citer certains faux gneiss, assez difficiles à distinguer parfois, qu'on reconnaît en les examinant de plus près pour des micaschistes feldspathisés par l'intrusion, feuillet à feuillet, de la granulite. Ces faux gneiss sont particulièremeut abondants autour de Commentry. Ils conservent en général leurs membranes courbes et continues de mica, séparées par la granulite et il suffit le plus souvent de s'éloigner un peu de leur gisement pour trouver les filonnets de granulite rose s'isolant au milieu d'un micaschiste incontestable.

2° *La zone intermédiaire* (ζ^{1-3}) est caractérisée surtout en Bourbonnais par les alternances répétées de gneiss et de micaschistes et par la présence des amphibolites. Il n'y existe pas, à notre connaissance, de cipolins.

Les amphibolites constituent, dans la Creuse et l'ouest de l'Allier, une bande très importante qui traverse en écharpe toute la feuille de Montluçon sur plus de 70 kilomètres de long depuis Bonnat jusqu'à Huriel, en passant par Châtelus, Clugnat et Treignat.

Ces roches, que nous qualifions d'amphibolites principalement à cause de leur disposition stratigraphique et de leur interstratification constante à un niveau déterminé des gneiss, ressemblent, prises en échantillons, à des diorites quartzifères et présentent même si bien ce caractère qu'on pourrait être tenté d'attribuer à leur allure en traînée allongée une cause analogue à celle qui a fait apparaître la granulite au voisinage suivant une bande parallèle, c'est-à-dire d'y voir un effet des plissements du sol.

Il y a là une des questions les plus obscures de la géologie du Plateau Central. Les quelques observation pétrographiques suivantes pourront un jour aider à la résoudre.

La roche est d'une structure très variable, tantôt à cristaux énormes, tantôt à grain très fin. Constamment, elle contient des frag-

ments gris de gneiss antérieur qui feraient tout au moins croire qu'elle a interrompu, par sa venue, la sédimentation du gneiss. Souvent, elle prend une allure schisteuse. Enfin, dans la région d'Huriel, elle forme non pas un, mais plusieur lits parallèles ; ce qui concorde bien avec l'allure ordinaire des amphibolites en veines minces qu'on peut observer par exemple près de Tulle. Fréquemment, la granulite la traverse.

Au microscope, on y remarque de l'amphibole ferrifère éclatée par le feldspath et remarquable par ses mâcles multiples h_1, analogues à celles d'un plagioclase, beaucoup d'oligoclase, du quartz, du sphène, du fer oligiste, etc...

Une traînée parallèle de la même roche se retrouve plus au nord, de l'autre côté d'un grand plissement du terrain primitif, à la bordure extrême de ce terrain.

Cette bande, beaucoup moins continue que la précédente, affleure à Beaumerle, au sud de Châteaumeillant; près de Receux, entre Pouligny et Feusines et vers le moulin de Sauvageat, entre Pouligny et Chassignoles.

Dans le sud-ouest de l'Allier et le Puy-de-Dôme, les amphibolites sont peut-être plus franches que dans la Creuse, mais très restreintes; il peut toutefois être utile d'en indiquer les affleurements à cause de l'indication qu'ils donnent sur le niveau des gneiss voisins.

En partant de l'est, nous trouvons un premier pointement à l'est de Durmignat, tout près et à l'est du hameau de Pranoucieix. L'amphibolite, très grenatifère, est interstratifiée dans des micaschistes bien feuilletés, formés de lits de micas noirs en écailles assez petites alternant avec des concentrations blanches granulitiques. Ces micaschistes passent eux-mêmes à un autre type A, qui constitue à peu près toute la région de Saint-Éloy à Ébreuil, type à surfaces brunes arrondies avec des membranes allongées de mica brun enveloppant des feldspaths presque toujours un peu kaolinisés et des paillettes de mica blanc d'aspect postérieur.

Quand on examine cette amphibolite au microscope, on la voit presque uniquement formée d'amphibole contenant d'innombrables grenats. Les feldspaths y sont disposés d'une manière quelconque par rapport à la schistosité, le fer oxydulé est abondant, la serpentine se développe en veines.

Un second pointement se trouve au nord-est de Saint-Eloy, près du domaine de Montchoux, sous la forme d'un mamelon de serpentine qu'il semble falloir rattacher aux amphibolites. Cette serpentine est au milieu des mêmes micaschistes A.

Puis, après avoir traversé la grande faille de Saint-Eloy, il faut remonter un peu plus au nord.

Auprès de Colombier, nous trouvons, dans un talus de route, une veine d'amphibolite parfois pyroxénique, avec asbeste, devant laquelle la Société a eu l'occasion de passer le 20 août et dont un échantillon, vu au microscope, a été figuré dans la Description du bassin de Commentry (1); cette amphibolite contient :

Zircon, labrador, quartz, sphène, amphibole.

Un peu plus loin, à la prise d'eau de Commentry, au sud-ouest du domaine de la Ganne, des veines de serpentine dans le gneiss, qui ont été également l'objet d'une figure (2) dans la même publication, comprennent :

Fer oxydulé, enstatite, amphibole, serpentine.

La serpentine, provenant de l'altération de l'enstatite, y constitue un réseau à mailles multiples, dans lequel certaines parties ont conservé les fines stries de la bastite.

Des serpentines analogues se retrouvent : un peu au nord du hameau de Gournet, à droite de la route nationale; vers les maisons de Bruyère, à l'est de Montrobert, au sud de Villebret, à l'ouest de Néris, au sud du domaine de Menivaux, etc.

Enfin, beaucoup plus à l'ouest, dans la Creuse, au sud de Nouhant, l'amphibolite reparaît sous sa forme dioritique.

3° *La zone supérieure formée des Micaschistes* ζ^2, ne comprend dans notre région que ses types micacés; on ne s'élève pas jusqu'aux niveaux chloriteux qui précèdent de peu les schistes cambriens.

Ce micaschiste présente un grand nombre de types que la multiplicité des dislocations et des renversements ne nous ont pas encore permis ici de classer par ordre.

Entre la Creuse et l'Indre, sur la feuille de Montluçon, suivant une longue bande est-ouest, ce sont les faciès quartzeux qui prédominent; ainsi, près de Viplaix, une sorte de quartzite en plaquettes rosées ou jaunâtres de 8 à 10 millimètres d'épaisseur avec de tout petits micas blancs, qui ressemblent à des aiguilles semées sur la surface, type dont on retrouve l'analogue aux environs d'Hérisson, et, jusqu'à un certain point, aux recherches de houille de la Bouteille (forêt de Tronçais); près de Culan, ce sont des feuillets de quartz blanc d'environ 2 à 3 millimètres d'épaisseur séparés par du mica argenté et rosé en aiguilles très fines. D'autres fois, comme à Préveranges, le mica blanc, qui sépare les lits de quartz, s'est disposé en écailles.

(1) Soc. de l'Ind. Min. Pl. 27, fig. 5.
(2) *Ibid.* Pl. 27, fig. 10.

Si l'on admettait l'origine métamorphique des micaschistes, on pourrait, avec beaucoup de vraisemblance, voir dans ces roches des grès modifiés ultérieurement. Le mica blanc s'y est en effet développé entre les plaquettes quartzeuses comme il le fait aisément par actions secondaires.

Au nord du Puy-de-Dôme, au contraire, sur la feuille de Gannat, les micaschistes pourraient être rattachés à des schistes anciens.

Là le mica blanc est rare, tandis que le mica noir ou brun prédomine. En dehors des faciès gneissiques assez fréquents, le type que l'on rencontre le plus est celui que nous avons décrit un peu plus haut sous le nom de type A.

Un échantillon de cette espèce, pris à Durmignat, a donné au microscope les résultats suivants : mica brun contenant des grenats fréquents et du zircon et formant des bandes continues dans lesquelles les cristaux à contours polygonaux, orientés différemment, s'éteignent l'un après l'autre à la façon des plages de quartz ; quartz ; quelques rares cristaux d'oligoclase en débris, paraissant plutôt antérieurs au quartz qui les ronge que développés après coup ; fibres de sillimanite.

Ces divers micaschistes contiennent, comme toujours, de nombreuses amandes allongées de quartz dont les fragments, après destruction du reste de la roche, couvrent tous les plateaux du Limousin. Ce quartz, dans bien des cas, forme des veines nettement transversales à la schistosité, et l'on peut attribuer sa présence à des eaux chargées d'acide carbonique qui, ayant dissous du quartz de la roche, l'auraient ensuite déposé dans quelques-unes de ses fissures.

Avant de terminer cette étude lithologique, il convient encore de dire quelques mots d'un ordre de phénomènes qui pourront nous servir plus tard dans l'étude des dislocations ; ce sont ceux du *contact du granite avec les gneiss.*

Nous rencontrons plusieurs points dans la région où les deux roches sont juxtaposées sans que leur contact soit le résultat de failles et où l'on peut étudier leurs actions réciproques.

Dans ce cas-là, on a généralement tous les passages, depuis le granite franc contenant seulement des boules de gneiss plus ou moins grosses, jusqu'au gneiss injecté par un granite qui prend alors lui-même l'aspect gneissique.

Ces faits peuvent s'observer par exemple dans le chemin d'Ebreuil à Vialleix, qui mène du micaschiste franc au granite franc par des granites d'abord schisteux, puis contenant des fragments très volumineux de la roche primitive.

Ailleurs le massif de granite de Treban, situé dans l'Allier, à l'est de la faille des bassins houillers, paraît devoir sa richesse toute particulière en mica noir à son immixtion intime dans le gneiss.

De même au sud de Montluçon, en particulier le long du Cher, le granite contient en abondance des fragments de gneiss à la présence desquels il faut peut-être attribuer certaines veines à grain fin très spéciales, qu'on rencontre dans le ruisseau de Néris et à Lignerolles et qui, vues au microscope, ressemblent à des kersantites souvent amphiboliques.

Enfin, au nord-est d'Huriel, un petit mamelon de granite isolé au milieu du gneiss est entouré d'une auréole métamorphique de ce genre.

Ces phénomènes étant bien constatés, nous aurons quelque droit d'attribuer à des actions mécaniques postérieures les contacts de granite et gneiss où nous ne les rencontrerons pas, en particulier la plupart de ceux qui se produisent au nord de Commentry, sur les feuilles de Montluçon et Moulins et celui que l'on constate de Doméroi à Château-sur-Cher, le long des lambeaux anthracifères.

II. DISLOCATIONS DU TERRAIN PRIMITIF.

Pour étudier les plissements du terrain primitif, nous avons, comme cela a été indiqué plus haut, toutes les fois qu'il nous était possible, relevé avec soin et reporté sur une carte les directions des feuillets de gneiss ou de micaschistes, avec le sens et l'angle de leur plongement. Puis nous avons réuni par des courbes ces directions locales, beaucoup mieux ordonnées que ne le ferait croire une première observation sommaire, et nous avons ainsi obtenu la carte qui est jointe à cette étude.

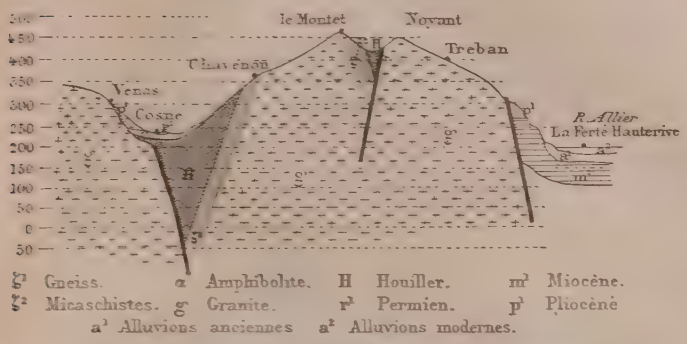
A. — Description du plissement observé dans le Bourbonnais.

Quand on examine la carte (Voir Pl. XXXVII), un premier fait apparaît tout d'abord qui peut s'énoncer dans les termes suivants :

Le terrain primitif, — c'est-à-dire les gneiss et au-dessus d'eux les micaschistes, — forme, dans la partie comprise entre le Cher et l'Allier, au nord du bassin de Commentry, une série de plis N.E.-S.O. se rattachant à ceux du Morvan. Dans chaque anticlinal apparaît le granite, dans chaque synclinal existe le Houiller. — A l'ouest du Cher, la direction des plis est au contraire N.O.—S.E., comme en Bretagne.

Deux coupes est-ouest feront mieux comprendre cette loi.

Fig. 1. — *Coupe Est-Ouest de Cosne à la Ferte-Hauterive.*



L'échelle des hauteurs est 45 fois celle des longueurs.

La première fig. 1 va de Cosne à la Ferté-Hauterive. Nous rencontrons d'abord, à l'ouest, la bande granitique de Louroux-Bourbonnais et Hérisson, limitée à l'est par une faille de 200 mètres parallèle à la direction des plis. Cette faille, qu'on peut suivre sur cent kilomètres de longueur, de Deneuille à Sancerre, est jalonnée par les deux sources de Saint-Pardoux et de la Trollière, au contact du granite et du permien. Un peu au nord de Cosne, elle se perd sous les terrains superficiels; mais les sondages très nombreux du bassin de Villefranche permettent néanmoins de la suivre.

C'est à elle qu'il faut attribuer l'absence du gneiss et du micaschiste de ce côté.

Le premier synclinal comprend les bassins houillers de Villefranche, Bézenet, Montvicq, Doyet et Commentry. Ces lacs, séparés lors du mouvement post-anthracifère, par l'intrusion du granite qui a refoulé devant lui le gneiss (ainsi que le montrent très nettement ses directions), et, par suite, absolument distincts comme remplissage, font pourtant clairement partie de la même zone (1).

A l'est, nous ne retrouvons pas le micaschiste, qui apparaît seulement plus au sud, près de Commentry; mais nous avons le gneiss, puis le granite au pli anticlinal, avec un peu de granulite au Montet, et, sur l'autre versant, le gneiss avec micaschiste superposé, incliné dans l'autre sens.

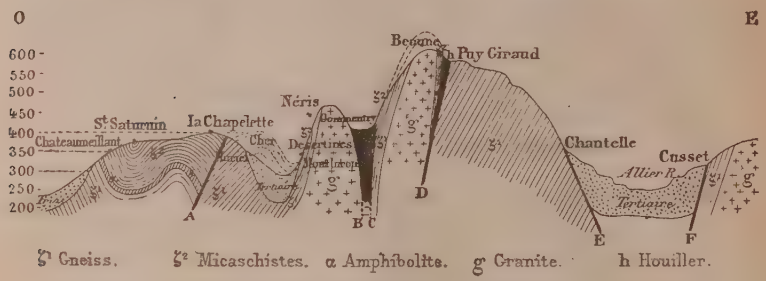
Le synclinal suivant est celui des bassins houillers de Saint-Eloy,

(1) Ce Houiller, dans notre coupe, est en partie couvert par un des dépôts supérieurs du Permien, l'arkose de Cosne.

Noyant et Souvigny, nettement prolongé par le Houiller de Decize et limité par une grande faille qui traverse tout le Plateau Central. Puis vient, à l'anticlinal, le granite de Treban, qui, vers le sud, est toujours accompagné à l'ouest de son manteau de gneiss, et nous arrivons enfin, en franchissant une faille ancienne devenue une falaise tertiaire, dans le bassin miocène de la Limagne.

La seconde coupe (fig. 2), plus étendue, va de Châteaumeillant à Cusset.

Fig. 2. — *Coupe N.O.-S.E. perpendiculaire aux plissements.*



(L'échelle des hauteurs est 90 fois celle des longueurs.)

Sans insister sur l'allure du plissement, notons que la faille A représente un synclinal brisé; B serait le prolongement de la faille de Sancerre, qui ne se continue pas jusqu'à Commentry; il en est de même de C, prolongement de la faille qui limite le gneiss de Buxière à Murat; D est la faille des bassins houillers de Saint-Eloy et Noyant; E et F, failles indépendantes des plissements et postérieures, ont déterminé la vallée de l'Allier; F, qui passe par les sources thermales de Vichy et Saint-Yorre, se prolonge jusqu'à Thiers.

Revenons maintenant à l'examen de quelques-unes des zones ainsi déterminées :

Dans le premier synclinal houiller, celui de Montmarault, Noyant et Souvigny, les faits sont assez nets et depuis assez longtemps connus pour qu'il soit inutile d'insister.

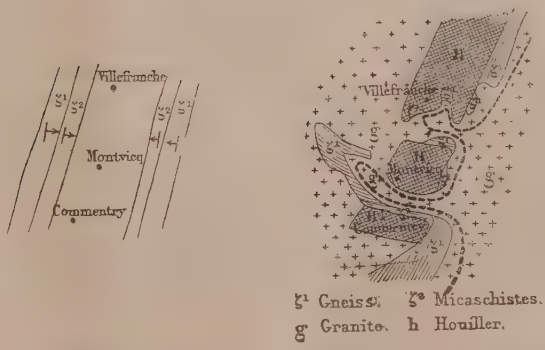
Un seul point vaut la peine qu'on s'y arrête : c'est la relation à peu près certaine entre les bassins de Decize et de Noyant, à travers un grand plateau tertiaire, relation bien mise en évidence par l'allure de l'îlot gneissique de Neuville et la disposition des failles de Decize. — Les dimensions de notre carte ne nous ont pas permis de représenter cette partie de la région; mais on peut s'en rendre compte sur

la planche que nous avons eu l'occasion de joindre à une note précédente sur le Permien de l'Allier (1). — Il en résulterait que le Houiller doit exister, sous le Tertiaire, entre l'Allier et la Loire, à l'est de l'îlot de Neuville et un peu à l'ouest de la ligne qui joint Decize à Moulins. Malheureusement des failles transversales, à Decize et sur le bord du bassin de la Limagne, tendraient à faire croire qu'il a dû être rejeté à une assez grande profondeur.

Le second synclinal a sa paroi est formée par la bande de gneiss qui va de Gipcy à Murat, par quelques lambeaux de gneiss alignés dans le granite, par la bordure est du bassin de Bézenet formée de micaschiste avec son pendage ouest normal; enfin, à l'est du bassin de Commentry, par les micaschistes, reposant sur les gneiss, qui en constituent la paroi très régulière.

C'est dans ce synclinal que se sont déposés les terrains houillers de Villefranche, Bézenet et Commentry; au nord, il a été suivi du côté ouest, comme celui de Noyant, par une longue faille qui se prolonge jusqu'à Sancerre, dans le Crétacé, et que jalonnent les sources de Saint-Pardoux et de la Trollière; mais, au sud, les faits sont moins simples, le granite, lors du mouvement hercynien, ne s'étant pas contenté de rester normalement dans l'anticlinal, et ayant refoulé devant lui, vers l'ouest, à travers le synclinal, les couches de gneiss, de manière à former des barrières entre les trois lacs. (Voir fig. 3).

Fig. 3.



On voit un premier refoulement de ce genre caractérisé par la

(1) *Bull. Soc. Géol. de Fr.*, 3e série, t. XVI, pl. II, 6 février 1888.

bande de gneiss qui forme le nord du bassin de Montvicq (1) avec les deux promontoires du Château de la Barre et de Villefranche, reliés au gneiss de Murat. Si l'on examine leurs plissements, on remarque aussitôt qu'ils décrivent une courbe complète.

Un second barrage, plus compliqué, est celui qui a séparé Montvicq de Commentry. Si nous suivons d'abord le gneiss, nous le voyons, à l'est de Commentry, dirigé d'abord nord-sud, s'infléchir bientôt vers l'ouest, et même, à Verneix, se retourner vers le nord avec un pli très net. A cette bande de gneiss appartient aussi celle de Néris, Montluçon et Désertines, qui en a été séparée par un peu de granite introduit entre deux feuillets.

Les plis dessinés sur notre carte témoignent nettement de cette action de refoulement.

B. — Explication de la localisation du Houiller dans les synclinaux et du granite dans les anticlinaux.

Après avoir étudié l'exemple précédent, qui est simple et particulièrement intéressant pour nous, en raison des vues qu'il nous ouvre sur la formation du bassin de Commentry, il convient d'aller plus loin, d'étendre nos observations à un champ plus étendu et de chercher à préciser l'âge ainsi que le mode d'action des phénomènes dont jusqu'ici nous nous sommes borné à constater les effets.

Des coupes que nous avons décrites et des explications que nous avons données, il résulte simplement ce fait : c'est que, dans le Bourbonnais, le granite se trouve aujourd'hui suivant les anticlinaux du terrain primitif, et le Houiller suivant les synclinaux. — Des causes de cette localisation, nous n'avons encore rien pu dire.

1° *Pourquoi, d'abord, le Houiller se trouve-t-il dans les synclinaux?*

Serait-ce, par hasard, que nous aurions affaire à des lambeaux d'une formation beaucoup plus étendue jadis et postérieurement plissée, dont l'érosion aurait enlevé les parties supérieures? — Cela eût été admis il y a quelques années; mais les travaux de M. Fayol nous fournissent une explication tout autre :

Si le Houiller affecte la forme de bandes allongées suivant les synclinaux, c'est que ces synclinaux préexistants constituaient des dépressions lacustres toutes disposées pour recevoir les matériaux charriés par des torrents.

Ces torrents, M. Fayol nous en a montré la disposition à Com-

(1) On a cru observer dernièrement dans une série de puits la jonction (très étroite) des bassins houillers de Montvicq et de Villefranche à la pointe nord-ouest du premier, au-dessous du Permien qui affleure seul.

mentry. A Noyant, l'allure des tronçons de couche, presque appliqués contre la paroi est et séparés par des parties stériles correspondant sans doute aux deltas, tendrait à faire venir ces torrents de l'est, perpendiculairement à l'allongement; à Saint-Eloy, au contraire, ils seraient venus de l'ouest.

Cette explication du mode de formation des dépressions houillères n'est pas d'ailleurs la seule, et il ne faudrait pas aller jusqu'à dire, notons-le aussitôt, que le Houiller se soit deposé uniquement dans des synclinaux du terrain primitif. En cela, l'étude attentive des directions du gneiss a l'avantage de nous mettre en garde contre des généralisations trop hardies. Si, par exemple, le bassin de Souvigny a pu correspondre à un synclinal (modelé déjà lui-même à l'est par la faille qui a emporté le gneiss de ce côté), il n'en est plus du tout de même pour le bassin de Saint-Eloy et pour son prolongement vers le sud, où la dépression qui a recueilli le Houiller est sans doute uniquement due à un sillon ouvert dans l'écorce par une faille. Cela paraît très net sur toute la bordure est de ce bassin, où l'on voit les feuillets de micaschiste arriver perpendiculairement à la faille jusqu'à une très petite distance de celle-ci, et, là seulement, sous l'influence de la dislocation elle-même, se recourber un peu dans le sens de la paroi. Toute une partie, à l'est, a dû être enlevée, tandis que la région ouest gardait à peu près son allure normale.

De même la dépression d'Ahun qui repose entièrement sur le granite doit être attibuée à un phénomène de ce genre et, comme nous le verrons, du même âge post-anthracifère, ayant ouvert une cassure dans le granite.

Toutefois nous aurons à constater plus tard que ces cassures diverses sont elles-mêmes en relation directe avec le mouvement de plissement.

Enfin quelle a été l'influence sur ces bassins des mouvements postérieurs au Houiller?

Cette influence est assez considérable. A Commentry la couche du Marais est à peu près verticale; à Saint-Eloy la couche a été pliée en W; à Ahun d'après Grüner, une faille parallèle au bassin, aurait été assez forte pour produire de véritables renversements (1); il en est de même pour les petits bassins situés plus au sud dans la Creuse, à Saint-Michel-de-Vaire, à Bostmoreau, à Bouzogles, à Mazuras, etc.

Mais, d'une manière générale, on peut dire que : les mouvements du sol postérieurs au dépôt, c'est-à-dire antétriasiques et tertiaires, se sont produits dans le même sens que le plissement primitif et l'ont

(1) L'existence de cette faille est assez discutable.

simplement accentué en comprimant les bords des bassins perpendiculairement à leur allongement et provoquant ainsi un affaissement relatif de leur fond (1).

2° *Pourquoi le granite apparaît-il aux anticlinaux?* Ici diverses hypothèses, plus difficiles à vérifier, se présentent à l'esprit.

La plus naturelle peut-être, tout au moins la plus anciennement adoptée pour des cas semblables, consiste à supposer que le granite lui-même a, par sa poussée, déterminé les plis du terrain en formant des voûtes au-dessus de lui. Mais il est généralement admis aujourd'hui, d'après toutes les observations recueillies, qu'aucune roche n'a jamais, par sa pression, amené en venant au jour des soulèvements de montagnes. En outre, on ne s'expliquerait pas, si le granite avait exercé une action de refoulement sur une croûte primitivement horizontale et homogène, pourquoi il l'aurait fait précisément suivant des bandes allongées et parallèles.

Cette hypothèse demande donc à être modifiée pour être acceptable et, tout en continuant à admettre une relation entre la venue du granite et la première direction imprimée au plissement, nous serions porté à croire : d'abord que la venue du granite a été, non la cause, mais la conséquence du plissement, ensuite que chacun des mouvements postérieurs, accentuation progressive du premier, a contribué pour sa part à donner au granite la disposition que nous lui voyons aujourd'hui; en sorte que nous allons être conduit à faire ici l'*histoire sommaire de ces mouvements.*

Le premier en date, probablement post-cambrien, nous semble pouvoir s'expliquer de la manière suivante :

A une époque dont il est difficile ici de préciser l'âge, la croûte terrestre, par suite de la condensation du noyau liquide sur lequel elle devait continuer à s'appliquer, se serait contractée en se plissant ; ce mouvement même aurait déterminé la montée du granite dans les voûtes ouvertes devant lui par les anticlinaux, tandis que la pression des synclinaux le refoulait ; et le granite se serait alors solidifié sous cette croûte au-dessus de laquelle il n'apparaît aujourd'hui que par érosion. En même temps des fentes se seraient ouvertes par lesquelles un peu du granite aurait pénétré dans les terrains déjà formés au-dessus de la croûte primitive et aurait exercé sur eux son métamorphisme. Comme, dans le Plateau Central, on ne constate de phéno-

(1) Nous pouvons noter en passant qu'il n'y aurait rien d'impossible, ni d'incompatible avec la théorie des deltas à ce que des mouvements de ce genre se fussent déjà produits pendant la durée de la formation houillère et eussent ainsi progressivement donné au lac la grande profondeur que nous lui trouvons aujourd'hui.

mène de ce genre que sur les schistes qualifiés jusqu'à nouvel ordre de cambriens et qu'en outre ces schistes sont concordants en plusieurs points avec le micaschiste et le gneiss, on peut admettre que ce mouvement a été le premier et a eu lieu postérieurement au Cambrien.

Plus tard, il est possible qu'à l'arrivée de la granulite, il se soit reproduit quelque chose d'analogue; celle-ci, en effet, dans la région étudiée par nous, forme également deux bandes allongées parallèlement aux plissements : l'une de près de 150 kilomètres de long allant de Bonnat dans la Creuse par Toulx-Sainte-Croix, Saint-Martinien, Estivareilles et le Brethon jusqu'à Cérilly dans l'Allier, l'autre d'une dizaine de kilomètres seulement auprès du Montet.

A ce mouvement granulitique se ratttacheraient alors les filons d'étain de Vaulry, de Cieux, de Montebras, des Colettes qui tous ont déjà une direction à peu près parallèle à la faille des bassins houillers; mais, les terrains antérieurs à l'Anthracifère faisant absolument défaut dans le voisinage, nous n'avons jusqu'ici aucun moyen d'approfondir davantage cette partie de la question.

Quoi qu'il en soit, que ce premier mouvement ait été simple ou complexe, en tout cas il n'a pas été le seul, ni même celui qui a le plus fortement laissé son empreinte dans le nord du Plateau Central. Postérieurement à lui et antérieurement au terrain houiller, une autre dislocation beaucoup plus considérable a eu lieu, la dislocation post-anthracifère.

Nous en avons des preuves nombreuses :

1° Dans les failles et mouvements de plissement qu'ont subis les lambeaux anthracifères de la Creuse (1), mouvements antérieurs au Houiller supérieur qu'ils n'influencent pas (2); 2° dans la disparition à Commentry d'un lambeau d'Anthracifère retrouvé en galets dans le Houiller; 3° dans les contacts par failles du granite et du gneiss, contacts reconnaissables à ce fait que les phénomènes de métamorphisme, décrits par nous plus haut, y sont absents; 4° dans l'irrégularité même de ces contacts où quelquefois l'étage entier du gneiss a été supprimé tandis que, si le plissement initial était resté le seul, la série au-dessus du granite aurait toujours été complète et normale; 5° enfin dans les refoulements du granite à travers les synclinaux formant ces barrages étudiés par nous il y a un moment, refoulements antérieurs au Houiller supérieur, puisque les remplissages des divers

(1) Voir plus loin, p. 1077, une note sur le terrain anthracifère.

(2) Nous verrons dans la note précitée que, si le Houiller d'Ahun est aligné parallèlement à certains lambeaux anthracifères, c'est que le mouvement qui a plissé ceux-ci a probablement déterminé la fracture où il s'est déposé.

lacs à cette époque sont nettements distincts ; et n'ayant pu d'autre part se faire que sur le granite déjà solidifié, puisque celui-ci a visiblement repoussé les couches devant lui sans jamais s'y infiltrer comme il l'aurait fait s'il avait été encore pâteux (1).

Un mouvement important a donc eu lieu entre l'Anthracifère et le Houiller supérieur. Il semble qu'on puisse aller plus loin et le rattacher à l'éruption des microgranulites considérées dans le Morvan comme de la base du Houiller supérieur, en même temps qu'à la venue de l'antimoine en filons dans l'Anthracifère de Chambon.

En effet les grands faisceaux de filons de microgranulite de la région, ceux de la Creuse, comme ceux de Prémilhat près Montluçon, comme ceux de Manzat (Puy-de-Dôme), font clairement partie d'un système de cassures grossièrement parallèles aux plis du Bourbonnais et comprises dans un triangle de dislocations anthracifères, ayant son sommet vers le nord, dont nous parlerons plus loin.

En outre, on constate nettement que la microgranulite recoupe les tufs porphyritiques du Culm (Anthracifère) et est en galets dans le Houiller, c'est-à-dire que son arrivée est exactement comprise entre les mêmes limites d'âge que le mouvement en question.

On considérerait alors ce plissement comme de la base du Houiller supérieur.

Puis est venu le mouvement de la fin du Permien qui a eu ailleurs une grande intensité mais s'est, dans notre région, contenté d'ouvrir quelques filons de quartz et d'accentuer la forme en cuvette de la plupart des dépressions houillères.

A cet âge correspond la venue du plomb qu'on trouve associé avec ces filons de quartz.

Enfin le mouvement tertiaire semble s'être concentré dans un triangle (2), sur lequel M. Michel Lévy a attiré notre attention, triangle compris entre la faille des bassins houillers de Souvigny et celle du Forez et dont la pointe serait environ vers Moulins.

C'est dans ce triangle que sont comprises toutes les éruptions tertiaires et le mouvement de cette époque peut se résumer dans une élévation progressive de la base de ce triangle par rapport au sommet, élévation arrivant à porter à 900 mètres d'altitude près de Pradas certains lambeaux de calcaire à *Cerithium Lamarki* observés par M. Julien.

Antérieurement à cette époque les trois grandes dépressions grossièrement parallèles aux fractures hercyniennes, où s'est déposé le

(1) Voir la Planche XXXVII.

(2) Ce triangle correspond à l'un des voussoirs dont nous parlerons plus loin.

Tertiaire du Centre, devaient exister déjà : 1° celle des bassins de Roanne et de Fleurs, 2° celle de la Limagne d'Auvergne, 3° celle de Montluçon et de Couzon. Mais il nous semble évident que, pendant le Tertiaire, une contraction latérale a continué à se produire dans le même sens que les précédentes en surélevant principalement et comprimant énergiquement le voussoir triangulaire où se trouvaient le Mont-Dore et le Cantal.

Cette compression a eu pour effets secondaires (comme celle antéhouillère dans le triangle complémentaire à l'ouest), de produire une série de cassures étoilées divergeant du sommet du triangle, c'est-à-dire partant ici du nord, de Moulins, au lieu de partir du sud, de Bourg-Lastic.

Ces cassures sont : la ligne des Puys, la bordure ouest de la Limagne, les failles d'Issoire, de Billoux, de Thiers, etc.

En même temps s'accentuait sans doute, dans la région des mica-schistes qui entoure Menat, le mouvement de plissement compliqué reproduit par notre carte, où les deux refoulements est-ouest et nord-sud semblent se combattre et où une seule chose paraît se manifester clairement, c'est qu'on a affaire à une masse de schistes qui a été forcée par une violente compression à pénétrer dans un espace trop petit.

En résumé nous trouvons la trace de cinq mouvements principaux :

1° Mouvement postcambrien — suivi de la venue du granite.

2° Mouvement d'âge indéterminé ; — venue de la granulite terminée par la formation des filons d'étain.

3° Mouvement de la fin du Houiller moyen — venue de la microgranulite. — Antimoine.

4° Mouvement de la fin du Permien. — Quartz. Plomb.

5° Mouvement tertiaire.

C. — Examen du détail d'un plissement.

Nous sommes arrivé maintenant à reconstituer dans ses grands traits l'histoire des dislocations successives de notre région ; entrons un peu plus dans le détail, et, laissant de côté la région comprise à l'est de la faille de Saint-Éloy où les actions tertiaires paraissent avoir joué un rôle considérable, examinons dans la partie ouest la carte jointe à cette étude, où nous avons dessiné tout le détail des plissements.

L'allure générale du phénomène est assez simple ; les plis ont la forme d'un V très ouvert, dessiné en gros par la courbe des mica-

s chistes de la Creuse et que reproduit le V plus aigu formé par les deux cassures limites d'Ahun et de Saint-Eloy.

Ce V rattache visiblement les directions de la Bretagne N.O.-S.E. à celles du Morvan N.E.-S.O. et il est facile de trouver l'explication de ces deux fractures angulaires dans la nécesssité où se trouvait, par la contraction de la terre, chaque zone suivant un parallèle, individualisée par l'effet de la rotation autour d'un axe, de s'inscrire dans un rayon plus petit. En partant, en effet, de cette donnée, on conçoit aisément à priori et l'on constate dans la réalité que cette zone a dû se plisser et se fendre suivant des directions en dents de scie formant un série de voussoirs à base triangulaire, contigus et opposés, dont le jeu relatif et le fractionnement de plus en plus grand par des étoilements partant de chaque sommet a produit la plupart des mouvements des terrains dans la région étudiée.

Comme exemple de cette disposition d'ensemble, il sufit de prendre la bande anthracifère de la Creuse ou la direction du bassin d'Ahun qui est celle de la bordure sud-ouest du Plateau Central; puis la longue faille des bassins houillers du Plateau Central; celle du Forez jalonnée par des lambeaux anthracifères et enfin la direction du bassin de Saint-Étienne.

Le premier voussoir à l'ouest, limité par la faille d'Ahun et celle des bassins houillers du Centre, porte surtout la trace du mouvement anthracifère; nous avons étudié en détail son allure dans le Bourbonnais au nord de Commentry; il suffit d'examiner notre carte pour voir de même la forme des dislocations assez curieuses des micaschistes de l'Indre vers Saint-Saturnin.

Dans le suivant, au contraire, celui compris entre cette faille des bassins houillers et celle du Forez, s'est, comme nous l'avons vu, localisée l'activité tertiaire, rendant par suite assez confuse l'étude du mouvement précédent. L'on y constate pourtant assez nettement l'existence d'un refoulement parti du sud ayant produit au nord un grand pli courbe renversé le long duquel les micaschistes passent sous les gneiss.

Dès lors l'histoire des dislocations du nord du Plateau Central se résumera finalement de la manière suivante :

Depuis l'origine tous les mouvements se sont produits dans le même sens, ayant pour effet de réduire, suivant le rayon, une zone de la terre comprise entre deux parallèles.

Cette action de refoulement a eu pour effet de déterminer dans la zone considérée une série de plissements progressifs à chacun desquels correspond l'arrivée d'une roche caractérisée par l'état de la silice en excès.

Le premier mouvement, probablement post-cambrien, donne passage au granite ; il est sans doute suivi d'un autre correspondant à la venue de la granulite et terminé par la formation des filons d'étain.

Entre les tufs porphyritiques du Culm et le Houiller supérieur, sans doute très peu avant le Houiller supérieur, un plissement considérable produit les cuvettes houillères du Nord du Plateau Central et ouvre un passage aux microgranulites; c'est, dans la Creuse, l'âge de l'antimoine.

Entre le Permien et le Trias un nouveau jeu se produit, qui ailleurs est accompagné de porphyres pétrosiliceux, de mélaphyres et de pyromérides. Ici il est seulement signalé par des filons de quartz avec galène.

Enfin, à l'époque tertiaire, le mouvement, localisé de plus en plus, se concentre dans le triangle où est le Mont-Dore. Il se termine par une dislocation considérable à l'époque de la mer des faluns, ouvrant une route aux roches pliocènes.

Séance du 26 août.

PRÉSIDENCE DE M. DE GROSSOUVRE, VICE-PRÉSIDENT.

La séance est ouverte à 8 heures du matin, dans une salle de la Mairie de Moulins, mise par la Municipalité à la disposition de la Société.

Le procès-verbal de la dernière séance est lu et adopté.

Le Secrétaire, rend compte de l'excursion faite dans l'après-midi du 22 août.

Après déjeuner, la Société traverse le terrain houiller de Montvicq pour atteindre, à Vizelle, la lisière gneissique du nord, où se trouve une intéressante éruption de silice.

On rencontre d'abord un conglomérat houiller; puis la nappe permienne de Rongère, où la couleur rouge domine; puis des schistes houillers très chargés d'empreintes, qui sont à la base du terrain houiller, et l'on arrive à Vizelle.

Sur 800 mètres de longueur et 100 mètres de largeur environ, le gneiss est sillonné de filons et de traces siliceuses qui ont profondément modifié la roche primitive. On observe tous les degrés d'altération depuis le gneiss franc jusqu'à un état qui fait ressembler, à s'y méprendre, le gneiss à certains grès permiens bariolés de rouge, de jaune et de blanc. Le mica du gneiss a parfois complètement disparu,

et les grains de quartz restent reliés par une pâte qui ressemble au ciment des grès.

Vers le milieu de la masse injectée, se trouve un filon de plusieurs mètres d'épaisseur, constitué par du quartz blanc opalin ou saccharoïde, accompagné, dans les joints, de beaux cristaux pyramidés. Autour du quartz blanc, la silice amorphe, jaunâtre, injecte ou imprègne le gneiss.

Immédiatement au-dessous du filon, on voit quelques vestiges d'une couche permienne, coupée par la vallée et qu'on aperçoit sur l'autre versant, du côté de Rongère.

Les phénomènes de métamorphisme de Vizelle et ceux observés le matin à Varennes, expliquent bien l'origine, la composition et les colorations des couches permiennes de la région.

Au retour, on passe par Bézenet pour voir, dans le terrain houiller, un filon de porphyrite au contact duquel sont fortement redressés les grès et les schistes. Au-dessous de ce filon, les couches houillères ne renferment pas de galets de porphyrite; elles en renferment au-dessus.

La Société revient ensuite à Commentry.

Le soir, banquet dans la salle de la Fanfare, offert par la Société des houillères.

*Compte rendu de l'***excursion** *du jeudi* 23 *août, de* **Louroux de Bouble** *aux gisements de Kaolin des* **Colettes**, *à* **Menat** *et à* **Châteauneuf**,

par M. **de Launay**.

La première partie de cette réunion a eu pour but spécial l'étude du terrain houiller de Commentry; les trois journées suivantes seront consacrées à l'examen de la série complète des roches éruptives anciennes, telles qu'elles se présentent dans la région sud du Bourbonnais, et à l'étude des terrains sédimentaires autres que le terrain houiller, réduits ici : à quelques lambeaux de terrain anthracifère, à un vaste bassin permien, puis, aussitôt après, au tertiaire lacustre de la Limagne.

Ces courses permettront en particulier de se rendre compte comment le relief du sol nécessaire à la formation des dépôts houillers a été préparé pendant les âges précédents et comment, postérieurement, les conditions géologiques se sont modifiées tout naturellement peu à peu pour donner naissance à la succession constatée des couches permiennes.

Le jeudi 23 août, la Société se rend en chemin de fer de Commentry à Louroux-de-Bouble et de là se dirige en voiture, à travers une formation de micaschistes, vers les remarquables carrières de kaolin des Colettes.

Note sur les gisements de kaolin de la forêt des Colettes (Allier).

Les importants gisements de kaolin des Colettes sont situés dans un massif de granulite isolé au milieu d'une formation de micaschistes.

Aux environs du village d'Echassières et près du sommet le plus élevé de la région, le signal de la Bosse (cote 774), les feuillets de micaschiste se sont ouverts comme une boutonnière pour laisser passer un pointement à peu près circulaire, d'environ trois kilomètres de diamètre, de granulite.

Cette granulite est un type très franc de la roche désignée sous ce nom en France (Granite des géologues allemands) c'est-à-dire une roche à gros grains de mica noir, mica blanc, orthose, oligoclase et quartz.

Tout autour, le micaschiste semble avoir subi une action chimique spéciale. Tandis que, dans le reste de la région, il offre le facies A décrit dans une communication précédente (1) avec des surfaces extérieures brunes et courbes, des feldspaths souvent décomposés enveloppés par des membranes de mica noir, ici le mica blanc se présente en grande abondance et avec une allure qui semble devoir faire attribuer son origine au métamorphisme. Presque toujours il tapisse de minces fissures où il a souvent cristallisé en houppes. Fréquemment aussi il forme, entre certains feuillets, comme un revêtement de petites écailles argentées qu'on peut constater en particulier à Echassières et à la Bosse. Il paraît assez naturel d'admettre une relation entre ce développement local de mica blanc et l'action du minéralisateur qui a dû accompagner la fin de la venue granulitique en produisant, comme nous le verrons, le long de certains filons de quartz, la kaolinisation.

Le micaschiste, fréquemment grenatifère, contient en outre, par exemple près de Durmignat, de nombreuses concentrations de pegmatite; enfin il a été sur certains points (environs d'Échassières) l'objet d'une silicification que nous allons avoir à étudier.

A travers la granulite et le micaschiste courent en effet de nom-

(1) Voir p. 1049.

breux filons de quartz de direction générale nord-est—sud-ouest et dont les deux plus importants, dirigés nord 25° est, limitent la granulite à l'est et à l'ouest. Ces filons sont formés de quartz ancien, blanc et opaque, parfois hyalin et cristallisé en cristaux volumineux, toujours très différent du quartz triasique. Ils ne s'éloignent généralement pas bien loin dans le micaschiste, et c'est avec eux ou en les suivant qu'est venu, quel qu'il soit, l'agent kaolinisant.

Nous avons examiné leur action, tant sur la granulite que sur le micaschiste.

Dans la granulite, là où on ne trouve pas, presqu'à leur contact, une veine de kaolin, on rencontre tous les passages successifs, depuis le quartz proprement dit jusqu'à la granulite simplement durcie par silicification, en passant par une roche intermédiaire assez intéressante qui est aujourd'hui purement quartzeuse, mais où les anciennes formes des cristaux de feldspath continuent à se dessiner à l'œil nu par des colorations différentes.

Quand on regarde au microscope un de ces échantillons, on voit, sur des cristaux entièrement transformés en quartz, remplis de vacuoles, uniaxes et positifs, se dessiner encore très pâles, les lignes de mâcle de l'oligoclase, qui ont donc dû exercer une influence sur le sens de la cristallisation de la silice. — Les micas blancs ont pris en général l'aspect d'une substance jaunâtre, grumelée de noir, composée d'une série d'écailles allongées en tous sens et contenant de petites lamelles de mica blanc non altéré, substance qui paraît être de la séricite. On y trouve également des fibres à structure sphérolithique, s'éteignant en long et positives dans la longueur, qui pourraient être de la delessite (chlorite) provenant du mica noir. Enfin tous les cristaux de mica subsistants apparaissent frangés et tordus.

Là où ces filons de quartz traversent le micaschiste, la roche de contact transformée en quartz garde encore quelque chose de la schistosité primitive, dans une alternance de lignes violettes correspondant sans doute aux anciens plans de mica noir et alternant avec des lignes blanches.

De nombreux fragments de micaschiste sont empâtés au milieu du quartz : les micas sont disséminés en désordre, brisés, décolorés et pénétrés de quartz à plus petites plages que le quartz enveloppant. Parfois, dans un cristal de mica devenu entièrement blanc, on voit seulement, suivant des fissures, le mica brun subsistant en esquilles.

En outre du quartz filonien, on trouve dans la granulite des Colettes un certain nombre de minéraux qui rapprochent ce gisement de celui, assez voisin, de Montebras (Creuse), étudié par M. Mallard.

C'est, par exemple, le mica lithinifère et fluoré, le lépidolite que

l'on rencontre aux environs d'Echassières, formant des houppes dans la granulite.

Ce mica, d'un blanc argentin un peu verdâtre, apparaît, au microscope, composé de fibres radiées qui s'éteignent dans la longueur. La direction de l'allongement est positive : le plan des axes optiques est perpendiculaire à la longueur des fibres et la biréfringence ($n^g - n^p$) est d'environ 0,040. Son analyse faite à l'École des Mines a donné :

Silice	59.30
Alumine	27.00
Peroxyde de fer	0.20
Chaux	0.35
Magnésie	2.60
Potasse	1.64
Soude	3.30
Lithine	2.66
Fluor	traces faibles,
Perte par calcination	2.00
Total	99.05

Des paillettes de mica argentin provenant du même point, où M. Daubrée a reconnu la réaction de la lithine, doivent être rapportées sans doute au même minéral.

C'est en outre la turquoise bleue dont la Société a pu ramasser un échantillon sur le sommet de la Bosse; puis un peu d'oxyde de manganèse, de lithiophorite, de fer oligiste et surtout de la cassitérite qui se rencontre, quoiqu'en petite quantité, dans les produits du lavage du kaolin. Cette cassitérite, d'après une analyse de M. Stanislas Meunier citée par M. Daubrée, renferme du tantale et du niobium. Il est possible qu'elle ait son gisement primitif dans un filon de quartz qui se trouve au nord de la carrière d'Echassières.

Si cette hypothèse est juste, il est assez remarquable que la direction de ce filon quartzeux N. 25° E. soit à peu près la même que celle des filons d'étain de Vaulry (N. 10° E.), de Cieux (N. 10° E. et N. 40° E.), de Montebras, etc...

Comme à Montebras, comme en de très nombreux points analogues du Limousin et de la Marche étudiés par M. Mallard (1), où la même granulite semble avoir subi des actions minéralisatrices analogues, il y a aux Colettes des traces importantes d'excavations antiques. On peut en voir deux à la limite nord de la granulite, au nord de la carrière d'Echassières ; le bois des Colettes, à l'ouest du signal (et déjà dans le micaschiste) en est rempli. D'après M. Daubrée, qui

(1) Note sur les gisements stannifères du Limousin et de la Marche, 1865. — *Ann. des Mines*, 6e série, t. X, p. 321.

les a décrites (1), ces excavations, parfois disposées suivant certains alignements, s'étendent sur une superficie considérable qu'on ne peut évaluer à moins de 200 hectares.

Quel a été l'objet de ces anciens travaux ?

Le fait que la plupart de ces fouilles sont dans le micaschiste éloigne l'idée qu'on ait pu y exploiter le kaolin; on a dû y rechercher un métal, et ce métal a dû vraisemblablement être l'étain, produit si important pour les peuples primitifs et pour la découverte duquel ils ont su apporter une si surprenante habileté.

C'est la conclusion à laquelle arrive M. Daubrée, qui est pourtant porté à croire que l'exploitation était faite, non sur la roche en place, mais sur des alluvions anciennes de la surface où l'étain s'était concentré par lavage : alluvions analogues à celles que l'on a essayé, vers 1860, de traiter pour étain et or, près de Cieux (2).

M. Mallard, dans son étude sur les gisements de Vaulry, Cieux, Saint-Léonard, Montebras, etc..., a fait en outre remarquer que ces gisements contenaient un peu d'or associé à l'étain et s'est demandé si l'exploitation de l'or n'avait pas été un des buts, peut-être le principal, de beaucoup de ces anciens travaux; ce fait lui a paru confirmé par le nom très ancien d'Aurières, donné dans le Limousin à ces fouilles, et celui d'Aurance que porte un cours d'eau voisin où, vers la fin du siècle dernier, il y avait encore des orpailleurs (3).

Arrivons maintenant au gisement de kaolin proprement dit.

Au milieu de la granulite, le kaolin forme un certain nombre de veines bien rectilignes que l'on peut suivre comme des filons et qui toujours longent, en réalité, de véritables filons de quartz.

Au contact immédiat de ces filons, la granulite est en général silicifiée et durcie, comme nous l'avons expliqué plus haut ; mais à une faible distance, elle commence a être transformée en kaolin, transformation qui lui a laissé du reste à l'extérieur sa structure et son aspect primitifs, sauf une apparence plus grasse et moins brillante des feldspaths. Le kaolin est rose dans la granulite rose, et blanc dans la granulite blanche. Aux points où des croiseurs quart-

(1) *Comptes rendus des séances de l'Académie des Sciences*, t. LXVIII, 10 mai 1869.

(2) Mallard, *loc. cit.*, p. 328.

(3) Je dois dire pourtant que mes recherches, — assez superficielles, il est vrai, — dans ces fouilles de Colettes, ne m'ont fait rencontrer qu'un peu de fer oligiste, du bioxyde de manganèse et une psilomélane lithinifère, la lithiophorite. — Lecoq, dans un travail publié en 1829 sur Menat, affirme, j'ignore d'après quels renseignements, que les anciennes fouilles de la Bosse ont eu pour but la recherche du fer hydroxydé.

zeux recoupent le filon de quartz principal, les exploitants ont cru remarquer que la kaolinisation était plus étendue. Les masses de kaolin, en résumé, se comportent comme des filons ayant depuis quelques centimètres jusqu'à plusieurs mètres d'épaisseur, se réduisant parfois en profondeur et quelquefois augmentant de largeur après avoir diminué, avec toute l'irrégularité que peut présenter un filon métallifère.

Dès lors il est impossible de ne pas admettre une relation entre la décomposition de la granulite en kaolin et les filons de quartz.

Pour examiner la nature de cette relation, rappelons d'abord les expériences qui ont été faites et les théories qui ont été mises en avant pour reproduire ou expliquer chimiquement la transformation du feldspath en kaolin.

L'effet de la kaolinisation peut se résumer dans la décomposition d'un silicate double d'alumine et de potasse, l'orthose, en un silicate d'alumine accompagné d'une certaine quantité de silice libre : le kaolin, qui est resté en place et un silicate de potasse qui a été ou qui peut être actuellement dissous par les eaux. Ce kaolin a, d'après les travaux de M. Le Chatelier (1), une formule bien définie, — commune à toutes les argiles halloysites, lorsqu'on a enlevé leur quartz en excès, — qui est $2\,Si\,O^2\,Al\,O^3, 2\,HO\,Aq$.

Si l'on examine quels sont les silicates de potasse solubles dans l'eau : $2\,K\,O, Si\,O^2$; $2\,K\,O, 3\,Si\,O^2$ ou $K\,O, 4\,Si\,O^2$, la formule de l'orthose $K\,O, A\,l^2\,O^3, 6\,Si\,O$ conduit à admettre sa décomposition en $2\,Si\,O^2, Al^2\,O^3$ et $K\,O, 4\,Si\,O^2$.

En 1841, Brongniart et Malagutti, dans un important travail sur le kaolin, admettaient que ce résultat avait pu être obtenu directement sous des actions électriques et, ayant réalisé l'expérience dans le laboratoire, ils en concluaient que, dans la réalité, l'électricité avait dû intervenir dans la formation du kaolin : explication qui, si nous ne nous trompons, a été reprise récemment.

Malagutti s'était prononcé pour cette hypothèse après avoir vainement essayé de décomposer le feldspath par de la vapeur d'eau pure, à de hautes températures et sous pression.

Mais, quand on fait intervenir un acide quelconque, la réaction devient très simple.

Parmi les acides répandus dans la nature, le premier auquel on doit songer, est l'acide carbonique (2) ; chaque jour, en effet, à la

(1) De l'action de la chaleur sur les argiles et de leur constitution (Comptes rendus de l'Acad. des Sc. 23 et 31 mai 1877).

(2) L'acide nitrique qui se rencontre dans l'air et certains acides organiques peuvent également intervenir dans la formation des arènes.

surface des montagnes granitiques, les eaux qui en sont chargées, transforment les silicates alcalins insolubles en carbonates enlevés par les eaux ; il reste parfois, outre l'argile, un peu de silice (produit de la double décomposition) qui forme des veines dans la roche ; mais le plus souvent dans ce cas, carbonates, silice et argile sont emportés, laissant des grains de quartz et de feldspath plus résistant isolés : d'où la formation d'arènes qui atteignent en certains points 20 mètres d'épaisseur.

S'appuyant sur cette réaction actuelle, on a donc cherché à expliquer de même par des actions météoriques la constitution des grands gîtes de kaolin. Cette théorie soulève des objections assez graves ; il y a lieu en effet de remarquer que cette influence des pluies reste purement superficielle et que, si les eaux agissent parfois jusqu'à 20 mètres de profondeur, c'est que, dans toute cette masse, elles ont enlevé progressivement un élément, l'argile, en ne laissant qu'une sorte de sable granitique, ce qui leur a permis de se frayer un chemin ; tandis que, dans le kaolin des Colettes, le feldspath est encore entièrement resté en place, de manière que la roche n'offre aux eaux d'autres vides que ceux de la porosité. On ne s'expliquait pas dans cette hypothèse la continuité de la formation kaolinique sur de grandes profondeurs, continuité qui paraît avoir été bien constatée dans un certain nombre de cas (1) quoiqu'ailleurs, aux mines d'étain de la Villeder, par exemple, la décomposition de la granulite encaissante, soit, d'après M. Lodin, tout à fait superficielle.

Quelques membres de la Société ont été d'avis que les eaux avaient pu intervenir d'une autre manière, à l'état de sources thermales récentes. Il est en effet assez remarquable que tous les grands gisements de kaolin, situés, comme on sait, dans la granulite, se trouvent en même temps au milieu de massifs de roches schisteuses très redressées, micaschistes ou schistes anciens, pouvant introduire en profondeur des masses considérables d'eau ayant ensuite une tendance à remonter le long de fractures, en particulier le long de ces filons de quartz que nous avons vus, aux Colettes, en relation constante avec le kaolin : dans l'Allier, la granulite est au milieu des micaschistes ; dans le Limousin, la chaîne granulitique de Blond, où se trouve le kaolin, est entourée de gneiss ; en Saxe, à Geyer, à Weisse-Andras, la granulite stannifère et kaolinisée est entourée de micaschistes ; en Cornouailles, de schistes dévoniens.

(1) C'est ainsi qu'auprès de Bône en Algérie, M. Parran, (*Bull. Soc. Géol.*, 4 juin 1883, p. 509) a décrit, dans des gneiss granulitisés, des veines de kaolin dont la disposition rappellerait les gisements de Saint-Yrieix et qui persistaient à 70 mètres de profondeur avec la même intensité qu'aux affleurements.

En fait il n'y a rien d'impossible à ce que quelques formations locales de kaolin aient une origine de ce genre. Toutetois, dans la généralité des cas, cette hypothèse nous paraît en désaccord avec plusieurs faits bien saillants :

1° On sait avec quelle facilité les argiles sont délayées et enlevées par les eaux; le développement même des arènes granitiques en est une preuve manifeste. Si les kaolins résultaient de la circulation de sources thermales (et l'objection s'applique également à l'intervention de phénomènes météoriques) on comprendrait difficilement comment leur action se serait bornée, ainsi que c'est le cas aux Colettes, à un métamorphisme sur place de la granulite sans aucun transport des feldspaths kaolinisés ;

2° L'association du kaolin avec les filons d'étain a été depuis longtemps mise en évidence. M. Daubrée a signalé notamment à Carglaze et à Huelgoath la substitution de cristaux de cassitérite et de quartz à du feldspath qui a donc bien été attaqué en ce point par les agents stannifères. Dans ces conditions, la théorie énoncée jadis par de Buch en 1824 (1) et développée par M. Daubrée, qui fait de la kaolinisation un fait presque toujours à peu près contemporain de l'arrivée de la granulite et dû à un agent interne, probablement le fluor, nous semble la plus admissible (2).

On conçoit, en effet, très bien qu'après l'apparition de la granulite, celle-ci s'étant fissurée sous l'influence d'un mouvement du sol lié probablement à sa venue même, des fluorures divers de silicium, d'étain, de bore, de titane, etc., et peut-être de l'acide fluorhydrique libre aient pu monter par ces fentes. Le quartz des filons résulterait alors de la réaction connue de l'eau sur le fluorure de silicium et l'action du fluor sur le feldspath expliquerait facilement sa décomposition.

Quelques mots en terminant sur l'*Exploitation des Colettes* que la Société a visitée.

Il y a, dans le massif de granulite de la Bosse, deux exploitations

(1) En 1824, de Buch, dans sa description du Hartz, a émis l'opinion que le kaolin des environs de Halle, en Prusse, devait son origine à l'intervention de l'acide hydrofluorique sur le porphyre où se trouve ce kaolin et en a donné pour preuve la présence de très nombreux cristaux de fluorine dans la masse décomposée.

(2) Nous ne prétendons nullement que le kaolin ait toujours cette origine ancienne. Souvent l'action des pluies et des sources a certainement joué un rôle. D'autre part M. Fuchs a montré à la Tolfa la connexion intime de certaines formations kaolineuses avec des formations alunifères produites par des émanations sulfureuses à travers des trachytes.

distinctes au point de vue industriel, celle des Colettes et celle d'Echassières.

L'exploitation des Colettes a commencé à la suite d'un décret de concession de 1852, sur des terrains appartenant à l'État qui lui ont été loués pour 80 ans.

Les travaux y portent sur deux points distincts :

1° La grande tranchée, ouverte en 1858, dont le développement est actuellement de plus de 5 hectares.

2° La carrière du Puy de Juillat ouverte en 1882 et la plus activement attaquée aujourd'hui, qui occupe environ 2 hectares.

Dans la grande tranchée, la profondeur maxima est de 32 mètres ; au Puy de Juillat elle est de 17 mètres ; plus bas la masse, par suite des frais d'extraction et d'épuisement, cesse d'être avantageusement exploitable.

La seule partie délicate de la préparation est le lavage :

La roche qu'on abat aux Colettes sous le nom de kaolin, comprend encore en réalité tous les autres éléments de la granulite : quartz, mica noir et mica blanc dont il importe de la débarrasser.

Cette séparation se fait à peu près uniquement par densité, d'abord dans des rigoles d'eau courante au fond des tranchées, puis dans des bassins de dépôt à la surface ; le quartz et le mica noir se déposent d'abord, puis le mica blanc et, à la fin seulement, le kaolin. Pour terminer, on soumet ce kaolin à un tamisage à travers des cylindres formés d'une toile extrêmement fine (200 mailles au centimètre carré) afin d'enlever les dernières parcelles de mica blanc.

La valeur du kaolin peut varier de 15 à 45 francs la tonne ; la production annuelle est d'environ 6000 tonnes ; le nombre des ouvriers, diffèrent suivant les saisons, atteint parfois plus de 200.

Dans la carrière voisine et absolument analogue d'Échassières, la production annuelle est comparable.

Les emplois principaux de ce kaolin, sont la céramique (Limoges), le bleu d'outre-mer, les aluns, le blanchissage des tissus et la fabrication de la pâte de papier.

Après une collation en forêt offerte gracieusement par M. Hinstin, administrateur de la Société des Colettes, la Société monte au Signal de la Bosse d'où l'on a un panorama d'ensemble sur toute la région et se dirige, après un court arrêt à la microgranulite de Servant, vers le petit bassin tertiaire de Menat.

Bassin de Menat.

Le bassin de Menat a été très bien étudié par Lecoq qui a long-

temps séjourné dans le pays et nous aurons beaucoup à emprunter à son étude qu'il convient seulement de compléter par quelques renseignements paléontologiques plus précis et quelques données théoriques sur les conditions de formation des dépôts.

Ce petit bassin de Menat occupe une dépression circulaire d'environ un kilomètre de diamètre au milieu de micaschistes, de type très gneissique en ce point. Il renferme des dépôts tertiaires de l'âge du Miocène supérieur signalés pour la première fois par Guettard et depuis visités à diverses reprises par un grand nombre de géologues.

Ces dépôts commencent par un conglomérat formé de fragments de micaschistes, souvent anguleux et quelquefois très volumineux que relie un ciment argileux. On peut observer ce conglomérat à l'ouest du bassin, dans le ravin formé par le ruisseau. Au-dessus vient une mince couche de schiste, puis une récurrence de conglomérats et enfin l'étage principal des schistes qui forme la presque totalité du terrain et dont un puits de 20 mètres, creusé près du village, n'a pu trouver le fond.

Ce schiste, brun-noirâtre, qui se divise en feuillets extrêmement minces dès qu'on l'expose à l'air, est tendre et à grain fin. Quand on le chauffe à l'air libre, il répand une odeur de bitume, brûle avec flamme et donne un résidu conservant la forme des fragments de schiste mais exclusivement formé de silice sous forme de carapaces d'infusoires (*Gallionella* et *Discoplea*) et d'un peu l'alumine colorée en rose par l'oxyde de fer. Cette combustion qui s'est faite spontanément dans les temps anciens en un point situé à l'entrée du village de Menat, est reproduite depuis longtemps industriellement pour produire le tripoli de Menat.

Au lieu de brûler le schiste à l'air libre, si on le calcine en vase clos, on obtient un charbon employé aux mêmes usages que le noir animal.

Ce schiste ligniteux n'est pas homogène dans toutes ses parties; on y reconnaît facilement des dépôts successifs plus ou moins riches en matière végétale et qui varient par conséquent en couleur, en densité, en dureté, etc... Il y existe même une couche de 5 à 6 centimètres d'épaisseur ne contenant aucun principe organique, une sorte de kaolin impur, d'un blanc jaunâtre, tout à fait analogue au ciment du conglomérat de la base.

La disposition que présentent les couches de ce bassin est particulièrement intéressante pour la Société après l'examen qu'elle vient de faire du bassin de Commentry; car il semble que, dès 1829, Lecoq ait eu une idée quelque peu analogue à l'une de celles de M. Fayol,

en attribuant l'allure actuelle des schistes en fond de bateau non pas à un plissement postérieur, mais aux conditions mêmes du dépôt dans un lac restreint.

Il remarque en effet que le conglomérat a dû être formé par les apports d'un torrent venu de l'ouest, tandis que les matières schisteuses se déposant à l'état pâteux « comme les houilles », se modelaient par suite exactement sur toutes les inégalités du fond.

Cette théorie demande, croyons-nous, à être un peu modifiée. Il nous paraît incontestable d'abord que le lac de Menat était bien, dès le moment de son remplissage, absolument restreint et séparé de la Limagne qui d'ailleurs à cette époque (correspondante à la mer des faluns) ne devait plus présenter de lacs. Les caractères du dépôt, en particulier du conglomérat, semblent assez le prouver. En outre il est facile de voir que les couches constituent une sorte de cuvette plongeant vers le centre; au nord, elles sont dirigées est-ouest avec pendage sud; à l'ouest presque nord-sud avec pendage est; au sud, est-ouest avec pendage nord. Il est donc parfaitement possible que, dès l'origine, les dépôts aient affecté quelque chose de cette disposition; mais leur inclinaison actuelle, jusqu'à 45°, paraît trop forte pour qu'on ne fasse pas intervenir, en outre, un refoulement, probablement contemporain de celui qui, dans la Limagne, a, d'après M. Julien, plissé les couches miocènes supérieures à *Melania aquitanica*.

La fracture N.-S. de la vallée de la Sioule avec ses sources minérales de Châteauneuf et certains plissements très complexes que nous a révélés le gneiss de cette région, pourraient être en relation avec ce mouvement tertiaire.

La faune et la flore de Menat sont des plus abondantes :

1° *La faune* comprend d'après les déterminations de Pomel, les poissons suivants :

Ordre des cténoïdes : *Perca angusta*, Agas.

Ordre des cycloïdes : *Cyclurus Valenciennesi*, Agas.
— *Pœcilops breviceps*, Sauv.?
— *Esox* (Pomel).

Lecoq a remarqué que ces poissons étaient tous rassemblés dans les bas-fonds où l'eau éprouvait le moins d'agitation et couchés sur le dos, la bouche ouverte. Souvent aussi ils se trouvent au milieu de nodules de pyrite allongés et aplatis.

2° *La flore* a été étudiée par Heer qui y a reconnu 28 espèces de

plantes dont 20 trouvées ailleurs, parmi lesquelles 17 de la Mollasse suisse (1).

Le plus grand nombre appartient à ces types de l'époque tertiaire qu'on rencontre partout:

Lastræa stiriaca, *Sequoia Langsdorfi*, *Libocedrus salicornoides*, *Quercus lonchitis*, *Ficus tiliæfolia*, *Cinnamomum lanceolatum* et *polymorphum*, *Diospyros brachysepala*, *Echitonium Sophiæ*, *Eucalyptus oceanica*, *Cassia Berenices*, *Acacia parschlugiana*.

Mais, à côté, il y a d'autres végétaux propres à certaines localités dont quelques-unes fort éloignées (en Suisse, Italie, Autriche, Allemagne, Silésie, etc.).

Enfin 8 espèces particulières à ces schistes sont fort remarquables :

Quercus Triboleti, Heer.
Celtis Couloni, Heer.
Dryandroides stricta, Heer.
Fraxinus Agassiziana, Heer.
Acer Schimperi, Heer.
Anchietea borealis, Heer.
Prunus deperdita, Heer.
Cæsalpinia gallica, Heer.

Les feuilles les plus abondantes sont celles du *Corylus grosse-dentata;* puis viennent, suivant M. Tribolet, celles des acacias, d'une fougère, d'un sequoia et des chênes.

D'après M. de Saporta, cette flore révèle un climat modéré et humide, tenant peut-être au voisinage de la mer qui enveloppait alors le Plateau Central.

Comme âge, le gisement de Menat se classe dans le Miocène supérieur, au-dessus de la zone à *Melania aquitanica*, à l'époque de la mer des faluns.

Fabrication du tripoli et du noir animal à Menat. — Pour terminer, nous dirons quelques mots de l'utilisation industrielle des schistes de Menat.

Cette utilisation comprend, comme nous l'avons dit, deux parties : la fabrication du tripoli et celle du noir animal.

1° Pour obtenir le tripoli, on cuit les schistes dans des fours analogues aux fours à chaux mais rectangulaires. On allume avec un peu de charbon et les matières bitumineuses suffisent ensuite pour entretenir la combustion. Le grillage d'une fournée dure à peu près un mois.

Puis on pulvérise dans des moulins à meules horizontales : opération pendant laquelle l'ouvrier surveillant est obligé de s'appliquer

(1) D'Archiac, *Cours de Paléontologie stratigraphique*. p. 306.

sur le visage un appareil destiné à retenir les poussières, très nuisibles à la santé.

Le tripoli pulvérisé est vendu sous forme de paquets de 30 et 60 grammes.

2° Pour fabriquer le noir, on calcine les schistes dans des cornues réparties par groupes de 7 dans deux fours analogues à ceux qu'on emploie pour la fabrication du gaz d'éclairage.

On chauffe avec de la houille au commencement de l'opération; pour le reste, les gaz et vapeurs qui s'échappent des cornues suffisent à maintenir une température convenable. La calcination dure vingt-quatre heures.

Au sortir des cornues, le schiste est reçu dans des étouffoirs, puis il va à l'atelier de porphyrisation après un premier broyage sous des meules horizontales.

Cette porphyrisation s'effectue dans des tonnes en tôle de fer animées d'un mouvement de rotation, où le schiste se trouve en contact avec des balles de fonte de 18 millimètres.

Le personnel de l'usine se compose en tout de cinq hommes.

A partir de Menat, la Société traverse un massif de micaschistes, aux feuillets assez régulièrement dirigées N. 30° O. avec pendage vers l'est. Après le pont de Menat, une longue montée conduit, près de *Pouzol*, à une nappe importante de microgranulite, couvrant le plateau sur 4 kilomètres de long, avec une pente assez sensible vers le nord. L'étude de cette microgranulite soulève quelques questions sur lesquelles nous reviendrons plus tard, après avoir vu les filons minces de la même roche au lac de Tazenat.

Puis la route rentre un instant dans le micaschiste jusqu'à *Blot*, où la Société quitte les voitures pour faire à pied la descente sur Châteauneuf.

Cette course, ainsi que celle du lendemain matin, ont pour but spécial l'étude des tufs porphyritiques du Culm (grès anthracifère de Grüner), objet d'une note suivante.

En même temps la Société examine, au flanc du coteau qui domine la Sioule, les diverses apparitions d'un filon de barytine et de galène qui a été l'objet d'une concession, puis le contact du tuf avec la granulite sur laquelle il repose; enfin les points d'émergence des *sources minérales de Châteauneuf*.

Ces sources sont au nombre de 14, alignées N. S., suivant le cours de la Sioule, c'est-à-dire apparemment suivant une ligne importante de fracture ancienne. Leur température varie depuis 15° jusqu'à 37°. Leur composition, dont on peut trouver l'analyse dans le

Dictionnaire des eaux minérales de Durand-Fardel et Lebret, les classe parmi les eaux ferrugineuses-bicarbonatées.

La proportion d'acide carbonique libre y atteint 2,024 à la fontaine du Petit Rocher et 1,835 à la fontaine Desaix qui contient en outre 1,612 de bicarbonate de soude.

Toutes ces eaux renferment d'ailleurs des bicarbonates de potasse, de chaux, de magnésie, du sulfate de soude, du chlorure de sodium et de la silice.

Elles sont appliquées en bains au traitement des rhumatismes, de certaines névroses et de la dyspepsie; elles servent, de plus, comme eaux de table.

A propos du compte rendu précédent, M. de Launay fait la communication suivante:

Note sur le **terrain anthracifère du Puy-de-Dôme**

(*Tufs porphyritiques du Culm*)

par **M. de Launay**

Les tufs porphyritiques du Culm forment à travers le nord du Plateau central une longue écharpe E-O (1), remarquablement uniforme dans toute son étendue et que divers observateurs ont depuis longtemps signalée.

Dès 1857, Grüner les étudiait dans la Loire, sous le nom de grès à anthracite du Roannais. Plus tard, M. Mallard et lui retrouvaient la même formation dans la Creuse, à Doméroi, à Chambon, à Ajain, à Bourganeuf, etc. (2). En 1868, Grüner remarquait qu'à l'ouest du Puy-de-Dôme, il fallait rattacher à cet étage les terrains marqués par Lecoq en porphyre vert auprès de Château-sur-Cher (3). Un peu plus tard, M. Michel Lévy faisait la même assimilation pour les roches de Montmartin, près de Châteauneuf (4). Récemment, nous avons constaté nous-mêmes que toute une région marquée en granit par Lecoq, de Saint-Angel à Moncel, devait y être rattachée. Enfin, à Cusset, dans l'Allier, la même formation a été retrouvée au-dessus des schistes carbonifères, reconnus fossilifères par Murchison et étudiés par M. Julien.

Cette écharpe de tufs porphyritiques, superposés sur certains

(1) Voir la carte ci-jointe, Pl. XXXVII.

(2) Grüner (1868). Etude des bassins houillers de la Creuse.

(3) *Loc. cit*, p.13.

(4) Michel Lévy (1873). Sur les roches porphyritiques du terrain anthracifère (Course de la Société Géologique dans la Loire, 4 septembre 1873).

points à d'autres formations anthracifères, est localisée dans trois ou quatre plis synclinaux, résultat du mouvement anté-houiller qui a bouleversé tout le Plateau central.

Le premier de ces plis (voir la carte ci-jointe), contient les bassins de Domérol, Chambon, Saint-Julien et Château-sur-Cher, etc...

A Domérol et à Chambon les couches, soulevées manifestement avec le granite déjà solide qui forme aujourd'hui au sud une voûte anticlinale, reposent sur ce granite avec un pendage nord et viennent buter au nord contre une grande faille limite.

Entre le bassin de Chambon et celui de Château-sur-Cher, une faille également anté-houillère paraît avoir rejeté les terrains au sud. Cette faille qui serait celle de la vallée du Cher et qui pourrait avoir donné naissance aux eaux minérales d'Evaux, serait en relation assez nette avec le remarquable faisceau de filons de microgranulite de la Creuse, qui sont du même âge et de même direction.

Dans le bassin de Château-sur-Cher, d'assez nombreuses recherches d'anthracite ont mis en évidence l'allure des couches qui forment un pli synclinal prononcé.

Quand on poursuit plus loin, vers l'est, à Montmartin, les mêmes tufs ne présentent plus trace de sédimentation ni de stratification, sauf en quelques points tout à fait isolés, l'un sur la route de Saint-Angel à Châteauneuf, l'autre à Bort, à l'est de Saint-Angel ; ce sont des roches purement éruptives (1) qui reposent, par un plan relativement peu incliné, sur la granulite de la Sioule.

Enfin, plus loin encore, la faille du Forez paraît avoir été la cause d'un rejet au nord que l'on constate, en passant de Montmartin à Cusset, dans la direction de la traînée.

La seconde bande est celle d'Ajain, dont une coupe donnée par Grüner (2) montre bien la disposition par rapport à celle de Domérol.

Le Culm, dans cette région, est incliné vers le sud et, d'après Grüner, serait limité au sud par une faille. Quelques petits lambeaux signalés par M. Mallard, auprès de Saint-Médard et à la Faux, commune de Saint-Sylvain-de-Bellegarde, paraissent prolonger au sud cette bande dont le Houiller d'Ahun se trouve en outre avoir l'air de faire partie : peut-être, par ce fait bien simple que le mouvement de plissement, qui a isolé la lentille anthracifère, a dû avoir pour effet d'ouvrir dans le granite la fracture allongée où ce dernier terrain s'est déposé.

(1) Voir plus loin dans quel sens nous entendons cette éruptivité.
(2) *Loc. cit.*

D'autres petites traînées se retrouvent encore plus au sud : celle de Saint-Michel-de-Vaire et celle de Bourganeuf, étudiées par Grüner. Elles semblent pincées au milieu de failles et leur plissement post-anthracifère paraît avoir préparé des dépressions où se sont déposés quelques sédiments houillers : ceux de Saint-Michel-de-Vaire, ceux de Bosmoreau, Bouzogles et Mazuras. Ces dernières bandes sont beaucoup plus nord-sud que les premières et l'ensemble du plissement qui les a isolées affecte une disposition en éventail autour d'un point N. O.

Enfin, nous avons encore à signaler au nord un dernier lambeau déjà un peu douteux situé à Boussac-les-Eglises (Creuse), qui nous paraît être l'exemple le plus septentrional de notre région.

Rappelons d'ailleurs que, postérieurement au Houiller et probablement à la fin de l'époque permienne, un nouveau mouvement de refoulement, à peu près de même sens, est venu accentuer le premier qui, par suite, doit nous apparaître fort troublé. Au nord-est du houiller d'Ahun, comme à l'est de celui de Bosmoreau, on en trouve la preuve dans des failles incontestables et des redressements de couches pour lesquels la théorie des dépôts originairement inclinés ne s'appliquerait plus, car ils vont en certains points jusqu'au renversement.

Après cette esquisse de l'allure générale du terrain anthracifère, passons à la description des couches qui le composent.

Grüner en a donné dans la Loire une coupe qui s'applique assez bien à la Creuse.

A la base, se trouvent, suivant lui :

« 1° Un étage schisteux ; 2° Au-dessus un terrain arénacé et « argilo-schisteux, véritable grauwacke et grauwacke schisteuse, « contenant du calcaire bitumineux avec les fossiles caractéristiques « du calcaire Carbonifère (1).

« Puis on passe à la partie du terrain anthracifère, assimilée au « millstone-grit qui commence par un poudingue à éléments sou- « vent un peu anguleux et se termine à sa partie supérieure par le « tuf porphyritique contenant des parties schisteuses et des couches « d'anthracite intercalées.

L'étage schisteux n'est pas représenté à notre connaissance, dans la Creuse ou le nord du Puy-de-Dôme. Il faut, pour le rencontrer, arri-

(1) Il ne serait pas impossible que les lentilles calcaires correspondissent simplement non à un âge distinct, mais à des conditions de formation différentes, comme M. Barrois vient de montrer que c'est le cas pour le calcaire d'Erbray, considéré jusqu'alors comme silurien et en réalité contemporain du grès dévonien de Plougastel.

ver aux bassins de Cusset, Ferrières et la Prugne où la coupe, très intéressante, commence à des schistes d'âge indéterminé, traversés par le granite près d'Aronnes (1).

Le niveau calcaire, au contraire, forme à travers le Plateau central une série de lentilles isolées correspondant peut-être à d'anciens récifs coralliens qui indiqueraient approximativement la limite d'extension vers le sud de la mer carbonifère.

La première de ces lentilles, à l'ouest, est celle du moulin de Chat-Cros, au sud de Saint-Julien-la-Genète ; c'est un banc d'environ 2 mètres de marbre noir à veines blanches, au contact duquel le grès, un peu poudinguiforme, représenterait sans doute la base du terrain anthracifère de la Loire. Grüner parle d'une encrine qu'on y aurait trouvée (2).

Une seconde lentille, aussi restreinte d'étendue, se trouve au nord du lambeau anthracifère de Brégeroux (Château-sur-Cher), au sud de Champeaux, sur le bord du Mousson.

Puis il faut aller, croyons-nous, jusqu'à l'Ardoisière, à l'est de Cusset, où un lit de marbre schisteux, contenant des galets nombreux de quartz blanc-grisâtre, est intercalé entre deux parois de schiste satiné, au voisinage d'un des gisements de fossiles carbonifères indiqués par Murchison. Plus à l'est, on retrouve une traînée importante de marbre, dirigée est-ouest, à Ferrières. Ce marbre incliné vers le nord, passe sous un étage de poudingues au-dessus desquels on retrouve les tufs porphyritiques, au nord de Chevalrignon ; la coupe semble là très régulière ; cependant, les dislocations qu'a subies le terrain, font qu'il ne serait pas impossible à la rigueur d'attribuer à ces deux lentilles, particulièrement à celle de l'Ardoisière, un âge plus ancien qu'à celles de Chat-Cros et de Brégeroux.

Enfin, nous mentionnerons encore pour mémoire, au nord de Ferrières et un peu au sud de la Croix Payray, une dernière lentille calcaire intercalée dans des schistes métamorphisés par le granite et par suite beaucoup plus ancienne.

Ces divers lambeaux de calcaire, considérés comme carbonifères, paraissent des plus pauvres en fossiles.

Si, de cette première bande anthracifère, nous nous éloignons vers le sud, dans les autres traînées semblables de la Creuse, ou encore dans le Puy-de-Dôme, à Pontaumur, où un peu de tuf porphyritique a été signalé (3), nous retrouvons bien ce que Grüner appelle la

(1) Michel Lévy. Notes inédites.

(2) Grüner. Bulletin de la Creuse, t. III, p. 184 et Description de la Creuse, p. 10.

(3) Michel Lévy, *loc. cit.*

Grauwacke, mais plus de calcaire à notre connaissance. C'est ce qui nous a conduit plus haut à placer la limite d'extension de la fin de cette période marine à peu près suivant la première bande étudiée.

Nous arrivons ensuite à l'étage supérieur des grès, poudingues et tufs porphyritiques. Celui-ci commence à peu près partout par un poudingue plus ou moins développé que l'on retrouve aux Ferrières, à Cusset (Allier) aussi bien qu'à Château-sur-Cher (Puy-de-Dôme) au-dessous du tuf proprement dit.

Ce *poudingue anthracifère*, peu développé en somme dans la Creuse, présente, comme dans la Loire, cette particularité d'être très irrégulier, très désordonné d'allure et de contenir des fragments (quartz lydien, grès quartzite, schiste, rarement porphyre) très imparfaitement roulés. Quand on l'examine, par exemple près de Château-sur-Cher, à la montée des recherches de houille de Brégeroux vers Villechalaix, point où il est particulièrement bien stratifié et en connexion avec des couches schisteuses ou gréseuses, il est impossible de ne pas être frappé du caractère de dépôt restreint, soit lacustre, soit littoral, qu'il présente. Jamais des galets, entraînés à quelque distance en mer, n'auraient conservé ces angles à peine émoussés, il nous semble même impossible qu'ils eussent subsisté sur un rivage, si ce rivage n'avait pas été celui d'une lagune calme avec des éboulements de falaise et des apports de torrents analogues à ceux du Houiller; nous serions dès lors porté à nous figurer la formation du terrain anthracifère, dans notre région du Plateau central, comme s'étant produite dans des conditions assez analogues à celles du terrain houiller, c'est-à-dire dans des bassins restreints disposés probablement déjà en général suivant des synclinaux d'un plissement antérieur et qui pouvaient être, d'ailleurs, soit des lagunes communiquant avec la mer, s'il est vrai qu'on y ait trouvé des fossiles marins, soit tout simplement des lacs. Nous ne voulons pas dire par là, bien entendu, que ces bassins n'aient pas pu et dû être originairement beaucoup plus étendus que nous ne les retrouvons. Pourtant nous avons peine à admettre que les couches d'Ajain et de Domérol aient été initialement réunies, comme Grüner a cru pouvoir le conclure de la coupe mentionnée plus haut qui nous semble pouvoir tout aussi bien s'appliquer à deux dépôts horizontaux indépendants, subissant un même mouvement de compression latérale.

Le tuf porphyritique proprement dit, nécessite l'intervention de phénomènes très différents ; nous verrons tout à l'heure que l'ensemble de ce terrain paraît avoir été formé de projections analogues aux cinérites des éruptions tertiaires ayant accompagné, à la fin du Culm, la venue des orthophyres et contenant, comme les cinérites

elles-mêmes, des intercalations plus schisteuses avec empreintes de plantes, provenant sans doute de ce que ces projections ont comblé quelques lacs où se faisaient des dépôts sédimentaires dans l'intervalle de leurs éruptions. Comme M. Michel Lévy l'a bien mis en lumière lorsqu'il a eu l'occasion de parler de ces roches à propos de la réunion de la Société dans la Loire (1), elles n'ont nullement le caractère gréseux que Grüner leur avait attribué (2) et sont essentiellement éruptives.

Ces tufs porphyritiques avaient été décrits depuis longtemps dans le Roannais : les variétés d'un vert foncé comme mélaphyres, porphyres verts ou diorites par MM. Héricourt de Thury et Rozet (3) ; les variétés blanches ou grisâtres par Dufrénoy, comme granite à très petits grains (4).

En 1857, dans la Loire, Grüner (5) fut surtout frappé de leur aspect gréseux et les considéra comme formés aux dépens du porphyre granitoïde « de la même manière que les tufs trachytiques du Mont-Dore ou des environs de Naples, proviennent de la destruction partielle du trachyte proprement dit » (?). Cependant il remarqua déjà que la forme des micas prouvait une action métamorphique, soit après, soit pendant le dépôt.

En 1867, Lecoq tout au contraire, dans le Puy-de-Dôme, n'y vit plus du tout du grès, mais des porphyres verts ou en d'autres points de simples granites.

Enfin, en 1873 et en 1879, lors des courses de la Société dans la Loire puis dans le Morvan, M. Michel Lévy a eu l'occasion d'en donner la description suivante (6) :

« C'est une puissante formation d'un type relativement basique « et très constant, dans laquelle on ne peut voir, comme l'a admis « Grüner, de simples roches clastiques formées aux dépens de « roches préexistantes. En effet, ces tufs sont associés à de véritables « roches éruptives, *orthophyres à mica noir* et *porphyrites à pyroxène*...

« ... Les tufs, à leur base, alternent avec des couches schisteuses « présentant parfois de l'anthracite et des plantes. Au sommet, on « trouve des coulées franchement éruptives d'orthophyre à mica noir « passant par places à des porphyrites à pyroxène... Les couches

(1) *Bull. Soc, Géol.* 4 septembre 1873.
(2) Description de la Loire, p. 297.
(3) Annales des Mines, 3e série, t. XII, p. 47 et *Bull. Soc. Geol,* 1e série.
(4) Mémoires pour servir à une description géologique de France, t. I, p. 257.
(5) Description de la Loire, p. 294.
(6) *Bull. Soc. Géol.* 1879, p. 761.

« anthracifères, dans le Morvan, sont représentées à Ménessaire.

« ... Les tufs sont formés de fragments très brisés de quartz, « d'orthose, d'oligoclase, parfois de labrador, de mica noir abondant « recimentés par une pâte calcédonieuse. Les orthophyres présentent « les mêmes cristaux anciens dans une pâte souvent amorphe, mais « parfois aussi microlithique et fluidale. Les microlithes sont le plus « souvent des microlithes d'orthose (Toureau des grands bois). « Cependant, le type à oligoclase apparaît au voisinage du Beuvray, « au pied du Glandure vers Saint-Prix ; il y a alors dans la roche de « grands cristaux d'augite. »

La région traversée par la Société, de Blot-l'Eglise jusqu'à Manzat, est particulièrement instructive à cause du caractère nettement éruptif qu'y présente constamment le terrain anthracifère.

De Blot-l'Eglise jusqu'à Châteauneuf, on reste dans les coulées d'orthophyre franc de la partie supérieure, accompagnées de parties bréchiformes, mais présentant constamment l'aspect d'un porphyre vert. Entre Saint-Angel et Manzat, on est dans le niveau plus inférieur, ne contenant pourtant pas ici à notre connaissance des couches d'anthracite et se rapprochant du type qualifié de grès par Grüner.

Pour nous conformer à l'ordre adopté par nous jusqu'ici, nous commencerons notre description par ces dernières couches qui sont inférieures aux autres dans la série.

Les tufs de la base, observés entre Saint-Angel et Manzat, ressemblent, souvent à s'y méprendre, à une sorte de granite gris à grain fin qui explique le nom que leur avait donné Dufrénoy dans la Loire (Voir plus haut).

Souvent ils se décomposent, comme on peut le voir dans la vallée du ruisseau de Morges, à côté de Brégerolles, et forment alors une arène argilo-micacée qui avait déjà attiré l'attention de Grüner dans le Roannais (1). A l'œil nu ils sont particulièrement remarquables par la très grande abondance de paillettes de mica noir nettement hexagonales et par les fragments de feldspath anguleux, qui montrent bien que l'on n'a pas affaire à une roche clastique, à un grès, même métamorphisé postérieurement.

Au microscope, tous les éléments (identiques à ceux que M. Michel Lévy a reconnus dans le Morvan) apparaissent brisés et recimentés par une pâte le plus souvent siliceuse.

Dès que l'on regarde un peu attentivement une surface quelconque de la roche, on s'aperçoit qu'elle contient en abondance des

(1) Description de la Loire, p. 296.

fragments bréchiformes, plus ou moins étendus, d'orthophyre noirâtre et de roches antérieures plus blanches, granites ou granulites, entre lesquels la pâte semble établir une sorte de transition. Cette structure peut difficilement s'expliquer autrement que par des projections de la roche en formation (l'orthophyre) et des roches traversées par l'éruption (granite, etc.), réunies par une pluie de cendres qui a constitué la pâte.

Cette formation de tufs gris à aspect de granite à grain fin, est très étendue au nord de Manzat ; elle est nettement traversée par les filons de microgranulite de la région, ce qui confirme une notion d'âge déjà acquise dans le Morvan.

Nous avons dit plus haut que les tufs des environs de Châteauneuf ne contenaient pas d'anthracite. Pour compléter ce que nous avons à dire de ce niveau, il nous reste à décrire en quelques mots les formations anthraciteuses qu'on y rencontre en plusieurs points à l'ouest, dans la Creuse.

L'anthracite se présente en chapelets de boules irrégulières analogues à celles de la Loire, interrompus par des blocs de grès parfois très volumineux. C'est toujours un charbon maigre, brûlant à peu près sans flamme et ne contenant guère plus de 15 à 20 0/0 de matières volatiles en le supposant sec et privé de cendres. Les cendres elles-mêmes constituent, dans les échantillons les plus purs, au moins 17 à 18 0/0 de la masse.

On en a reconnu des affleurements assez nombreux : 1° à l'ouest du Moulin de Villerange, le long du ruisseau, où la direction, très irrégulière, du reste, paraît localement, à peu près nord-sud, avec pendage ouest; 2° près du Moulin de Chat-Cros ; 3° à Frédeval et à Tallet, près de Fontanières ; 4° à Brégeroux, près de Château-sur-Cher. En ce dernier point les couches, suivies par quelques travaux, sont assez importantes et assez continues pour avoir motivé sérieusement une demande en concession ; aux affleurements nombreux, le charbon est presque toujours vertical ; en profondeur il semble former un pli aigu de direction N. O.—S. E.

Au voisinage de l'anthracite, il y a généralement quelques schistes et de véritables grès où l'on a trouvé plusieurs fois des plantes. Grüner (1) cite un gisement semblable à Tallet, commune des Fontanières. M. Mallard a trouvé quelques calamites sur les bords du Chat-Cros. Enfin, nous-même, à côté de Brégeroux, en un point qui nous avait été indiqué par MM. Talmant, auteurs de la demande en concession, avons recueilli avec M. de Grossouvre un certain

(1) Description des bassins houillers de la Creuse.

nombre d'empreintes où M. Zeiller a reconnu des *Bornia* et des *Cyclopteris polymorpha*, caractéristiques du Culm.

Enfin nous arrivons au niveau supérieur, aux coulées d'orthophyre traversées par la Société entre Blot et Châteauneuf.

Cette formation, fort épaisse, puisqu'avec une pente apparente assez faible, elle va de la côte 600 (Blot) à la côte 400 (bord de la Sioule) est, dans toute sa hauteur, constituée par des roches vertes, violacées ou noirâtres à aspect généralement très porphyrique.

Quand on les examine au microscope, on reconnaît sur certains échantillons la roche franchement éruptive : orthophyre ou porphyrite pyroxénique ; sur la plupart des autres un véritable tuf à fragments brisés qu'il est assez difficile d'en distinguer à l'œil nu.

1° Les plus beaux types éruptifs se rencontrent près de Montmartin, au sommet de la côte qui descend vers Châteauneuf. Un échantillon pris en ce point a été décrit et figuré par M. Michel Lévy dans son mémoire sur la structure microscopique des roches acides anciennes (1).

A l'œil nu la roche est noire, tirant sur le vert ou le violet ; sa pâte est compacte, à cassure esquilleuse et légèrement magnétique par suite de la présence d'un peu de fer oxydulé. On y voit se détacher en blanc de nombreuses lamelles feldspathiques et quelques grains de quartz vitreux ; en outre on y remarque une substance verte qui est de l'amphibole généralement serpentinisée.

Au microscope, les cristaux de première consolidation sont constitués par de l'amphibole verte ou brune assez dichroïque, en longues baguettes cassées aux extrémités, du mica noir, de l'oligoclase, de l'orthose, parfois un peu de labrador, du quartz presque toujours corrodé et brisé.

Dans certains échantillons on trouve, en outre, du pyroxène.

L'amphibole et le mica contiennent du zircon.

Les *microlithes*, qui forment la pâte, sont le plus souvent de l'orthose, quelquefois de l'oligoclase, surtout quand la roche contient du pyroxène. Le fer oxydulé y est abondant. Enfin, une substance serpentineuse paraît en infiltrations postérieures à la consolidation de la roche.

2° Dans les tufs, on retrouve les mêmes éléments, mais brisés, anguleux et accumulés au point de laisser très peu de place pour la pâte. Dans la pâte sont enfermés de longs débris de mica noir et d'amphibole. La silice et la serpentine s'y développent généralement en grande abondance.

(1) *Bull. Soc. Géol.* 3e série, t. III. p, 199, 5 février 1874.

Cette nappe d'orthophyre de Montmartin, inclinée vers le nord et disloquée par des failles, est très nettement superposée à la granulite que l'on peut voir au-dessous, séparée par un plan bien net, quand on descend au bac de Châteauneuf.

Elle est traversée à son tour par des filons de barytine avec galène de direction N. 20° E. et d'âge probablement triasique. On peut y voir en outre, au bourg même de Montmartin, un piton de basalte qui a produit, au contact, des phénomènes de métamorphisme curieux à examiner au microscope : en particulier des développements d'augite microlithique autour des débris de la roche traversée et de la pâte basaltique entourant des cristaux anciens refondus ou corrodés.

En résumé, la coupe du terrain anthracifère dans le Puy-de-Dôme et la Creuse, identique à celle de la Loire ou du Morvan, est la suivante :

1. Houiller supérieur de Bosmoreau, Ahun, etc.
2. Coulées franches d'orthophyre à mica noir avec porphyrites à pyroxène accompagnées de roches bréchiformes à aspect de porphyre vert (Montmartin).
3. Tufs porphyritiques à aspect de granite à grain fin (grès anthracifère de Grüner), contenant des intercalations de couches schisteuses avec anthracite et plantes (Saint-Julien-la-Genète, Saint-Angel, etc.)
4. Poudingue à galets souvent anguleux.
5. Calcaire carbonifère de Chat-Cros, Brégeroux, etc.
6. Schistes carbonifères de Cusset.
7. Quartzites noirs, ardoises au sud de Ferrières (âge indéterminé).
8. Schistes maclifères avec intercalation de cornes vertes et schistes traversés par le granite à Aronnes ou nettement influencés par lui au nord de Ferrières.

Comme notions d'âge intéressantes à noter, nous constatons :

1° Que le granite traverse certains schistes 8 dont l'âge reste énigmatique et se trouve au contraire en galets dans les poudingues 4;

2° Que la granulite est antérieure au tuf porphyritique 3 qui repose sur elle à Châteauneuf ;

3° Que la microgranulite traverse tous les terrains jusqu'au Houiller supérieur où elle se trouve en galets.

4° Enfin nous avons vu à Commentry que les porphyrites micacées étaient apparues au milieu du Houiller supérieur, entre les remplissages du bassin de Commentry et celui de Montvicq. Cette série n'a rien, d'ailleurs que d'absolument conforme à celle du Morvan.

*Compte rendu de l'*excursion *du* 24 *août de* Châteauneuf *à* Manzat, *au* gour de Tazenat, *à* Enval *et à* Riom,

par M. de Launay.

La Société se rend en voiture de Châteauneuf à Saint-Angel à travers un massif de granulite et de granite.

Après les Boulons, elle s'arrête un instant devant un point singulier dont M. Renevier, le savant professeur de Lausanne, nous paraît avoir indiqué la véritable nature en en faisant remarquer le caractère sédimentaire.

C'est au contact d'un filon de microgranulite, un conglomérat à galets plus ou moins gros, généralement anguleux, qu'on aurait pu considérer simplement comme une brèche de friction, mais qui semble être en réalité un lambeau de poudingue de la base du terrain anthracifère, pincé par des failles le long d'un filon de microgranulite (1).

Nous avons insisté, en effet, dans une note précédente, sur ce caractère souvent anguleux des galets qui se trouvent au-dessous des tufs porphyritiques et certaines parties à petits grains ronds de la grosseur d'un pois, assez spéciales aux Boulons, se retrouvent également dans le terrain anthracifère incontestable, par exemple au Chat-Cros.

On peut attribuer au mouvement antéhouiller, qui a plissé partout l'Anthracifère et qui, précisément, a donné naissance aux venues de microgranulite, l'isolement de ce lambeau de quelques mètres, aujourd'hui à peu près seul à représenter dans la région de Châteauneuf la partie sédimentaire inférieure aux tufs (2).

Nous avons cru, depuis, retrouver un point analogue sur la voie du chemin de fer d'Orléans, entre Huriel et Treignat, vers le hameau de Falconnet, et un autre à Boussac-les-Eglises (Creuse) ; il y aurait peut-être lieu d'examiner si, dans les environs de Commentry, où la présence d'un Carbonifère disparu est attestée par des galets, certaines brèches de friction dans les gneiss ne correspondraient pas quelquefois à un phénomène du même genre.

A partir de Saint-Angel, la Société se dirige à pied vers Manzat en étudiant les tufs porphyritiques inférieurs à aspect de grès micacé

(1) Un autre point analogue se trouve plus au nord sur la même route.

(2) Un autre point où le tuf contient des galets, se trouve à l'est de Saint-Angel, auprès de Bort.

décrits dans notre note précédente et examinant au passage la coulée de basalte de Montiroir.

De Saint-Angel on se rend, en voiture, au lac de Tazenat. Cette excursion a pour but d'étudier les phénomènes volcaniques liés au volcan du Chalard, au sommet duquel la Société montera dans l'après-midi.

Ce volcan, le plus septentrional de la chaîne des Puys, a son sommet au signal du Chalard, à la côte 844.

Son cratère forme une demi-circonférence ouverte au nord-nord-ouest. Toute la partie supérieure du cône est constituée de projections basaltiques, cendres et lapilli que l'on retrouve également autour du lac de Tazenat. Plus bas, part une importante coulée de lave recoupée par la route de Manzat à Tazenat et qu'on peut voir de là se prolonger à 1 kilomètre plus loin vers le nord, sous forme d'une cheire inculte où poussent seulement quelques bois.

La lave du volcan de Chalard examinée au microscope, apparaît comme un basalte récent (β^4) contenant les éléments suivants :

I. Pyroxène abondant ; péridot, labrador ;

II. Microlithes de labrador et de fer oxydulé.

Au voisinage de ce volcan, se trouve le lac ou gour de Tazenat, depuis longtemps cité comme un exemple de cratère d'explosion analogue aux maare de l'Eifel.

C'est aujourd'hui une dépression circulaire d'environ 800 mètres de diamètre et 12 mètres de profondeur au milieu des tufs porphyritiques (1) qui, d'un côté, la dominent de 70 mètres. Au voisinage, on ne trouve aucune trace de lave mais seulement des projections basaltiques analogues à celles du volcan de Chalard.

On attribue la formation de ces lacs, assez fréquents dans les pays volcaniques, à des cratères d'explosion.

Un volcan étant une mine en charge continue, il arrive quelquefois que l'explosion emporte tout le cône de débris, laissant à sa place un gouffre.

Il y a de ce fait un grand nombre d'exemples historiques cités par M. de Lapparent dans sa Géologie.

En 1638, le pic de Timor, aux Indes néerlandaises, saute en l'air et est remplacé par un lac ; en 1772, le cône du Pepandajang, dans la même région, disparaît en une nuit, et est remplacé par une immense solfatare en activité de 24 kilomètres sur 10.

Un exemple absolument récent du même phénomène vient de se produire au Japon dans cette grande chaîne de 700 kilomètres de

(1) Pris par Lecoq pour du granite.

long qui occupe la partie septentrionale de l'île principale. A huit heures du matin, le 15 juillet 1888, le cône de Sho-Bandaisan situé au nord de l'Asamayama a été en quelques instants projeté dans l'espace ; un millier de personnes ont été tuées ou blessées et toute une région a été couverte d'une couche de boue atteignant en certains points 30 à 40 mètres d'épaisseur.

Une explosion du même genre se produisant, non sur un volcan déjà existant, mais en un point où il tendait à s'en créer un, a dû ouvrir ces cratères lacs tels que les maare de l'Eifel, le lac Pavin, en Auvergne, les lacs d'Albano et de Nemi dans le Latium, ou enfin le gour de Tazenat. Ce gouffre ouvert, si l'activité éruptive avait continué au même point, il se serait formé au-dessus un cône de projections et de scories, c'est-à-dire un volcan. Les cratères-lacs sont en réalité des volcans commencés qui se sont trouvés aussitôt interrompus.

A côté du gour de Tazenat, la Société monte à un remarquable filon de microgranulite qui forme un dyke saillant de 4 à 5 kilomètres de long à travers la contrée avec une direction N. 20° E.

A propos de ce filon, résumons ici ce que cette course nous a appris sur *les microgranulites du nord du Plateau Central.*

Les microgranulites s'y présentent tantôt en filons, tantôt en coulées ; nous avons eu l'occasion de voir à Servant et à Pouzol deux beaux exemples de cette seconde disposition, nous venons d'examiner à Tazenat un type de la première.

L'allure en filons minces est de beaucoup la plus fréquente. Généralement ces filons minces sont alors cantonnés dans une région où on en rencontre un très grand nombre de parallèles. Ce sont même des points de ce genre qui sont le plus souvent représentés sur les anciennes cartes géologiques par des taches continues de porphyre quartzifère qu'on pourrait prendre pour des coulées.

Les deux faisceaux les plus remarquables de notre région sont celui de Manzat et celui d'Auzance, dans la Creuse, étudié par M. Mallard. Ce dernier atteint dans son ensemble quarante kilomètres de long.

Les filons de microgranulite ont, dans chaque région, une direction constante. Dans le nord du Plateau Central, cette direction est N. 30° E. ou la direction perpendiculaire N. 60° O. toujours associée quand il s'agit de cassures. La direction N. 30° E. est celle de la grande faille des bassins houillers du centre et elle est en relation incontestable avec le mouvement postanthracifère qui a déterminé les dépressions où s'est déposé le terrain houiller.

La microgranulite forme à travers le pays deux traînées à peu près parallèles.

La première, à l'est de la faille, comprend les innombrables filons N. 60° O. des environs de Souvigny, près Moulins, les coulées de Servant et de Pouzol et les filons de Tazenat.

La seconde, à l'ouest, renferme quelques filons des Ferrières, près Néris, ceux de Prémilhat, à l'ouest de Montluçon et toute la traînée de la Creuse.

Nous ne connaissons, dans toute cette partie de la France, que deux exemples de coulées, celui de Servant et celui de Pouzol. Dans les régions voisines, le plus bel exemple que l'on puisse citer, est celui de Montreuillon dans le Morvan.

La coulée de Servant s'applique au nord sur le flanc du plateau de la Bosse et a sa pente générale vers le sud, depuis la côte 650 (Nades) jusqu'à 360 (la Sioule).

Celle de Pouzol s'appuie au sud sur le mamelon granitique de Saint-Pardoux et sa pente est vers le N.-O. depuis la côte 630 jusqu'à 545.

Ces deux coulées sont dirigées l'une vers l'autre et se rencontrent presque à la vallée de la Sioule. On est dès lors assez tenté de croire qu'elle n'ont fait qu'un autrefois et que leur inclinaison actuelle vient d'une fracture dirigée suivant la vallée de la Sioule. Il convient toutefois de se rappeler que ces coulées ont pu se solidifier dès l'origine suivant une pente assez forte puisqu'il est bien démontré que la lave peut prendre un aspect régulier sur une pente de 30° et que, d'ailleurs, les cheminées d'épanchement ont dû être assez nombreuses.

La composition minéralogique de cette microgranulite n'a rien de spécial ; on y remarque cependant une très grande abondance de prismes verts hexagonaux de pinite très bien formée.

Deux filons qui recoupent la route de Manzat à Riom en face le château de Chazeron, présentent un beau type de microgranulite à étoilements.

La roche contient fréquemment des fragments plissés de roches antérieures ; nous en avons examiné un, recueilli près de Servant. C'est probablement un micaschiste qui a subi un métamorphisme assez curieux. Le mica s'est à peu près décoloré; la chlorite (pennine) et la calcite se sont développées en grande abondance. En outre, il s'est formé de petits nids d'épidote en baguettes divergentes très polychroïques, cassées transversalement en long et généralement négatives dans la longueur.

L'âge de ces microgranulites est assez bien déterminé par le fait

qu'elles recoupent les tufs porphyritiques du Culm à Tazenat (comme elles font du reste également à côté de Cusset) et qu'on les trouve par contre en galets dans le Houiller de Commentry, en sorte que leur éruption paraît s'être faite, comme dans le Morvan, peu avant le Houiller supérieur (1).

Après le déjeuner, la Société suit la route de Manzat à Riom.

Cette route recoupe d'abord quelques filons de microgranulite, puis longe le volcan du Chalard dont la Société fait l'ascension et entre dans un massif de granite qui dure jusqu'à Saint-Hippolyte, au voisinage de Châtelguyon.

Un peu auparavant, en face la ruine de Chazeron, on rencontre deux filons de micropegmatite à étoilement.

A Saint-Hippolyte, précisément à l'entrée dans le bassin tertiaire de la Limagne, la Société s'arrête un instant devant un filon de quartz et barytine recoupant le granite, qui est en relation directe avec les sources voisines de *Châtelguyon*.

Ces sources (2) très nombreuses, suivent, d'après les observations de M. Caméré, une série de fissures dirigées N. 14° E. parallèles aux nombreux filons d'aragonite qui sillonnent en ce point le granite et à la direction générale des failles du tertiaire voisin.

Comme la plupart des eaux minérales qui jalonnent les vallées d'Auvergne, elles sont bicarbonatées sodiques et contiennent une grande quantité d'acide carbonique qui imprègne tout le terrain avoisinant; la température varie de 24 à 35°.

La source Duclos, qui est la plus abondante, a un débit de 275 litres à la minute et une température de 32°.

Puis la Société se dirige vers les gorges d'Enval en traversant les arkoses de la base du Tertiaire lacustre qu'on a assimilées aux sables de Fontainebleau.

Ces arkoses, généralement constituées de débris granitiques, d'argiles plus ou moins sableuses et de grès, ont formé le premier remplissage du lac de la Limagne. Dans la plus grande partie de ce bassin, elles correspondent à un niveau bien distinct; dans le nord du Bourbonnais au contraire, où la série est beaucoup moins complète, elles présentent de nombreuses alternances avec le calcaire à phryganes.

La flore de ce terrain a été mal étudiée. On y connaît seulement,

(1) Les microgranulites de l'île Longue dans la rade de Brest en Bretagne, vues par la Société en 1886, sont antérieures aux schistes carbonifères de Châteaulin où on les retrouve en débris (Barrois, p. 697).

(2) Voir Etude sur les eaux minérales de Châtelguyon, par M. Caméré. Ann. des Mines, 1885, p. 300.

d'après M. Julien, un pin à Saint-Germain-des-Fossés ; à Ravel-Salmeranges, le *Betula dryadum*, un aulne, un chêne, un noyer du genre *Engelhardia;* des conifères à Four-la-Brouque et à Moydat; des palmiers à Chadrat, près Saint-Saturnin : nous ajouterons à cette liste un cône rencontré à Charmont, commune de Creuzier (Allier).

Au point de vue des mouvements du sol, ces arkoses peuvent donner lieu à l'observation suivante :

Dans le nord de l'Allier, leur affleurement suit assez nettement un rivage ancien le long duquel les galets prennent des dimensions de plus en plus grandes, à mesure qu'on se rapproche de la côte. Il en résulte que vers l'ouest, tout au moins, la dépression de la vallée de l'Allier existait déjà à l'époque des sables de Fontainebleau.

D'une manière générale, on peut constater que les mouvements du sol ont été très atténués dans cette partie nord pendant la période tertiaire. A Châtelguyon, ils commencent déjà à être sensibles; une faille semblerait même d'après M. Caméré, être l'origine des sources thermales. Mais c'est surtout plus au sud qu'il faut aller pour trouver les grandes différences de niveau signalées par M. Julien dans les lambeaux tertiaires (1), ainsi le calcaire à cérithes porté à 976 m. d'altitude au sud d'Aydat à Pradas, et les autres indices qui lui ont paru établir la continuité entre le bassin de Brioude et celui du Puy. Cette différence géographique dans l'importance des mêmes dislocations s'explique assez bien si l'on se rappelle que toute l'activité éruptive tertiaire est concentrée dans le triangle formé par les failles des bassins houillers du Forez, triangle dont la pointe est à Moulins et dans lequel l'ensemble des phénomènes paraît se résumer en une élévation progressive de la base sud, provoquée par une compression latérale de toute la masse dans le sens est-ouest. Nous avons déjà eu l'occasion de dire (2) comment ce mouvement n'était à notre avis que la continuation de celui qui s'est produit depuis les époques les plus anciennes et que nous avons étudié à propos du terrain houiller.

A Enval, le ruisseau l'Ambène, traverse un massif de granite à amphibole et un peu à pyroxène en contact avec des schistes cambriens métamorphiques signalés par M. Michel Lévy sur la feuille de Clermont. D'après M. Michel Lévy, le développement de l'amphibole dans le granite viendrait de son contact avec des diorites cambriennes analogues à celles d'Aydat. Ce granite à amphibole, à son tour, est traversé par plusieurs filons minces très nets et verticaux de

(1) Club alpin, 1881.
(2) Voir p. 1060.

porphyrite amphibolique dont la plupart, suivant une remarque déjà faite pour les porphyrites micacées, contiennent eux-mêmes, par suite d'une exsudation ou d'une réouverture, un filon de quartz.

Cette porphyrite amphibolique renferme les éléments suivants :

I. Hornblende, labrador ;

II. Microlithes d'amphibole, d'oligoclase, sphène, fer oxydulé.

*Compte rendu de l'*excursion *du 25 août, de* Moulins *à* Souvigny, Noyant, Meillers, Autry-Issards *et* Bourbon-l'Archambault.

par M. de Launay.

Cette course a pour but l'examen des divers étages du terrain permien de l'Allier. Elle complète ainsi le programme des excursions précédentes dans lesquelles nous avons vu : 1° la succession des roches éruptives ; 2° les terrains anthracifère et houiller, seuls représentants de la période primaire dans notre région.

Pour la description détaillée de l'étage permien, nous renverrons à une étude publiée récemment ici-même (1) dont nous nous bornerons à rappeler ici quelques point principaux.

La coupe d'ensemble est la suivante :

	Calcaire infraliasique	l^1
	Sablon rhétien	l_1
Trias	Marnes irisées, terrain à plâtre	t.
	Grès argileux de Tronzais	$t_{.}^{III-IV}$
Permien	Grès rouge	$r^1_{.}$
	Arkose de Cosne	$r_{a.}$
	Grès argileux micacé	$r_{b.}$
	Grès arkoses de Bourbon	$r_{c.}$
	Schistes bitumineux	$r_{d.}$
Houiller	Grès et schistes	$r_{h.}$

L'étude des terrains houillers du Plateau central, montre, comme la Société a pu le constater à Commentry, que ces terrains ont été formés dans des lacs restreints par des apports torrentiels.

Au début de l'époque permienne (Schistes bitumineux de Buxière), les dépôts ont continué quelque temps à se faire d'une façon assez analogue, non plus dans des lacs mais dans deux estuaires allongés, séparés par une chaîne gneissique, plus tard submergée, allant de Saint-Hilaire à Bourbon-l'Archambault. Nous trouvons en effet, tout autour de ces estuaires, les affleurements des couches disposés en cuvette vers le centre, les dépôts allant en s'épaississant et les galets

(1) *Bull. Soc. Géol.*, 3e série, t. XVI, p. 298 — (6 février 1888).

diminuant de grosseur à mesure que l'on s'éloigne des bords. Cependant les matériaux étant portés beaucoup plus loin, qu'à l'époque houillère dans des eaux plus profondes et peut-être soumis à une certaine action régularisatrice des vagues, sont, par suite, déjà plus réduits de dimensions et constituent des bancs beaucoup mieux réglés.

Dans la période suivante, celle des grès et arkoses de Bourbon, la mer permienne passe sur le promontoire de Bourbon, réunissant les deux estuaires ; en même temps des sources siliceuses paraissent commencer à intervenir : sources qui atteindront leur maximum d'intensité à l'époque des grès argileux de Tronzais et formeront au milieu d'eux des bancs de silex continus.

Puis à mesure que les périodes se succèdent, l'estuaire se remplissant, on passe tout naturellement et d'une façon graduelle, du dépôt de lac restreint de l'époque houillère à celui de pleine mer qui commence probablement vers le Rhétien.

Le mouvement postpermien, qui a joué un rôle important dans le Morvan et dont on constate également la trace sur la plupart des bassins houillers de la Creuse, de l'Allier ou du Puy-de-Dôme, ne paraît avoir eu pourtant, sur les conditions de dépôt des sédiments, qu'une influence assez restreinte; la discordance de stratification entre le Permien et les grès de Tronçais triasiques, est légère ; l'action la plus efficace de cette dislocation a été d'ouvrir les grands filons de quartz de la région et de produire les épanchements hydrothermaux auxquels il convient peut-être de rattacher l'arkose de Cosne (1).

De Moulins, la Société se dirige d'abord vers les carrières de Coulandon où, grâce à l'obligeance de M. de Vaujoly qui y continue ses fouilles avec une rare persévérance, elle peut faire une abondante moisson de plantes.

Ce gisement de Coulandon, découvert par MM. Bertrand et Julien, et plus tard exploré par nous, est situé sur un rivage de l'âge des grès de Bourbon ; on en trouvera dans notre étude (p. 314) la description avec la liste des plantes qui y ont été rencontrées ; nous y avons trouvé seulement depuis sa publication quelques *Equisetum* dont M. Zeiller a commencé l'examen.

Après les couches à plantes de Coulandon, la Société explore le

(1) La considération de l'âge de ces épanchements hydrothermaux conduirait à placer l'arkose de Cosne au-dessus du Grès rouge au lieu de la mettre au-dessous, comme nous l'avons fait. Les deux terrains n'étant nulle part en relation, la question est difficile à résoudre. La nature des plantes, toujours communes avec le Houiller, qu'on a trouvées dans cette arkose est la cause principale qui nous a empêché de la rajeunir autant.

gisement de vertébrés des Bourrus, près Souvigny, situé dans un grès calcaire de l'âge des schistes bitumineux (Voir p. 308 et 311). Elle y rencontre un grand nombre d'ichthyodorulithes, de coprolithes, de dents de *Diplodus* et quelques fragments importants d'*Actinodon*.

Sur la route de Noyant, à la limite même du granite et du terrain houiller, se trouvent trois pointements d'une roche qui a depuis longtemps attiré l'attention des géologues, la roche noire ou *basanite de Noyant* que Puvis (1), Lelièvre et Berthier en 1818, Dufrénoy en 1831 (2), Grüner en 1865 (3), M. Michel Lévy en 1881 (4), ont successivement examinée et que nous avons décrite et figurée sous le nom de porphyrite labradorique et augitique à pyroxène et labrador (5).

C'est une roche compacte, souvent verte avec des taches noires, parfois presque noire et semblable à un basalte, d'une composition basique. Elle comprend :

I. Labrador en cristaux maclés, pyroxène.

II. Microlithes de labrador et de pyroxène.

III. Fer oxydulé, serpentine, calcite.

La Société a pu voir son contact avec le terrain houiller dont elle traverse les couches les plus basses. Les anciens travaux de la mine de Noyant l'ont recoupée à diverses reprises et, d'après Boulanger, on pouvait la voir, au puits du Vallon de Fins, intercalée sinon interstratifiée dans les couches à la façon de la porphyrite de Longeroux à Commentry.

Dans les bancs supérieurs du Houiller, elle existe au contraire en galets et a, par conséquent, comme les porphyrites de Commentry dont nous l'avons rapprochée, fait son apparition au milieu du Houiller supérieur.

De Noyant, la Société se dirige vers les *épanchements siliceux de la forêt de Messarges*.

Une nappe de quartz souvent zoné couvre là un plateau sur plus d'un kilomètre de long. C'est l'exemple le plus important que nous connaissions en Bourbonnais d'épanchements siliceux. Il nous semble qu'avec certains autres filons de quartz qu'on observe à Louroux-Bourbonnais, à Vizelle, à Maltaverne, à Brielle, il y a lieu de la rattacher à la grande venue siliceuse qui a signalé la fin de

(1) *Ann. des Mines*, 1re série, t. III, p. 43.
(2) *Ann. des Mines*, 2e série, t. III.
(3) *Bull. Soc. Géol.* 20 novembre 1865.
(4) *Bull. Soc. Géol.* 3e série, t. VII. Etude sur les porphyrites du Morvan.
(5) *Bull. Soc. Géol.*, 1887. Note sur les porphyrites de l'Allier.

l'époque permienne et formé les bancs de silex interstratifiés dans les grès triasiques de Tronçais, près de Couleuvre.

C'est à peu près l'âge des venues siliceuses du Morvan auxquelles correspondent les filons de galène. Nous avons indiqué plus haut la relation qui nous paraissait exister entre ces épanchements, le mouvement du sol postpermien et l'arrivée sur d'autres points de porphyres pétrosiliceux ou de pyromérides.

Le plateau de Messarges forme un beau point de vue d'où la Société peut se rendre compte de la disposition générale de tout le bassin permien de Bourbon, de la situation des deux estuaires qui l'ont constitué tout d'abord et de l'avancement progressif des dépôts vers la haute mer.

Au moulin Boucheron, près d'Autry-Issards, existe un bon affleurement des schistes bitumineux de Buxière.

De là à Bourbon, la route recoupe les divers bancs de l'étage des grès de Bourbon, les argiles bariolées, les grès blancs, le niveau de calcaire siliceux.

A *Bourbon-l'Archambault*, la Société examine l'émergence de la source thermale et sa relation avec un faisceau de filons de barytine et spath fluor (1).

La ville de Bourbon-l'Archambault est construite sur un îlot de gneiss granulitisé de forme grossièrement trapézoïdale ayant environ 7 à 800 mètres de côté et entouré de tous côtés par le terrain permien.

Cet îlot fait partie d'un promontoire gneissique dont nous avons parlé plus haut, qui, émergé à l'époque des schistes bitumineux de Buxière, séparait alors le bassin permien en deux estuaires.

La Société a pu voir la superposition nette du grès permien au-dessus du gneiss dans la route qui va de la gare à l'établissement.

Les feuillets de ce gneiss sont dirigés assez constamment N. 15° E. avec un fort pendage à l'ouest.

On peut y observer, en particulier sur la colline du château, tous les phénomènes de granulitisation par injection de veines minces entre les feuillets, décrits par M. Michel Lévy.

Ce gneiss et l'arkose au voisinage sont traversés par un très grand nombre de filons de direction moyenne N. O., paraissant se rattacher au mouvement de la fin du Permien, continuation lui-même, presque dans le même sens, du mouvement postanthracifère.

Ces filons, très peu épais, sont composés de quartz, barytine et fluorine.

(1) Voir notre mémoire dans les *Annales des Mines* 1888, p. 429.

Dans la carrière de pavés de Septfonds, où a passé la Société, la barytine est très abondante.

La source thermale sort d'un de ces filons encore ouvert aujourd'hui, filon tapissé de galène, barytine et sulfate de strontiane.

Elle contient principalement du chlorure de sodium, 1g7702 par 1000 grammes, de l'acide carbonique, de la potasse, de la chaux, de la magnésie, de la soude, du fer, de la silice, un peu d'iode, de fluor, de strontium, de lithium, de cœsium et de rubidium.

Son débit à l'émergence est d'environ 1000 mètres cubes par vingt-quatre heures; sa température, prise au griffon, est de 53°.

Cette eau est employée en bains dans le traitement des rhumatismes, des paralysies, des scrofules, et de certaines maladies nerveuses.

De Bourbon-l'Archambault, la Société se dirige vers *Saint-Menoux,* où commence le calcaire oligocène de la Limagne (niveau à *Helix Ramondi*) correspondant au calcaire de la Beauce et apparaissant au-dessus des arkoses rencontrées la veille près d'Enval.

Dans le sud de l'Allier et le Puy-de-Dôme, il y aurait entre ces deux niveaux, intercalation de couches à *Potamides Lamarki*, à lymnées et à planorbes, mais celles-ci n'apparaissent pas dans le nord où la coupe est très réduite; pour les rencontrer, il faut aller à peu près à la hauteur de Saint-Germain-des-Fossés où l'on commence à trouver les planorbes et les lymnées, ou de Bellenaves, près duquel existe une assez curieuse lumachelle de *Cyrena semistriata* contenant de nombreux *Potamides Lamarki.*

Les importantes carrières exploitées à Saint-Menoux ont fourni autrefois un crâne remarquable d'Anthracotherium étudié et décrit par M. Gaudry. Actuellement on n'y rencontre plus aucun ossement.

A partir de Marigny, enfin, la route reste jusqu'à Moulins dans les sables à cailloux du Bourbonnais rattachés au Pliocène.

Nous profitons de cette course dans le Permien de l'Allier pour réparer ici quelques omissions de notre étude précédente.

1° *La faune de l'étage des schistes de Buxière*, a été étudiée par M. Sauvage qui a bien voulu nous communiquer la note suivante sur les échantillons recueillis par nous :

« Les poissons trouvés par M. de Launay, dans le niveau des schistes bitumineux permiens de l'Allier appartiennent aux deux grands groupes des Ganoïdes et des Chondroptérygiens. Parmi ces derniers, nous avons à signaler la présence du genre Onchus (*Onchus simplex*, Sauvg.), d'un Hybodus connu par un fragment ichthyodorulithe et du genre Diplodus.

« Les Ganoïdes sont représentés par les deux sous-ordres des Acanthodiniens et des Lepidostéidiniens. Parmi ces derniers, deux genres rentrant dans la famille des Palæoniscidés, les genres *Amblypterus* et *Elonichthys* ont été trouvés dans le Permien de l'Allier. Le genre *Elonichthys* est connu que par quelques débris ; le genre *Amblypterus* est représenté par les *Amblypterus Delessei*, Sauvg. et *Amblypterus angustus*, Ag. ; le type de cette dernière espèce est de Muse. Quelques débris indiquent dans le Permien de l'Allier la présence du genre *Acanthodes*. Le genre *Conchopoma* dont la position systématique n'est pas encore absolument fixée nous est connu par quelques fragments qui semblent indiquer une espèce distincte de celle qui a été décrite par Kner sous le nom de *Conchopoma gadiforme*, espèce du Rothliegende de Lebach.

En résumé les poissons provenant du Permien de l'Allier appartiennent aux espèces suivantes :

Onchus simplex, Sauv. Sch. bitum. de Buxière.
Hybodus sp. — Bourrus près Souvigny.
Diplodus sp. — Bourrus.
Acanthodes sp. — Bourrus.
Conchopoma sp. — Buxière les Mines.
Elonichthys sp. — Buxière.
Amblypterus Delessei, Sauvg. — Buxière.

« En outre on recueille très fréquemment dans les schistes, à Saint-Hilaire, des sortes de disques aplatis de 2 à 3 centimètres de diamètre et de 8 à 10 millimètres d'épaisseur, isolés au milieu d'un banc qui ne contient pas d'autres galets et dont l'origine nous a paru longtemps énigmatique. Ces disques sont en réalité formés d'une concentration de boue argileuse autour de diverses matières organiques et presque toujours autour d'un coprolithe, reconnaissable sur certains échantillons, aux écailles de poisson qu'il renferme ainsi qu'à ses spires encore visibles.

Le petit niveau des schistes papier des grès de Bourbon contient au Pontet, près de Franchesse une faune un peu différente représentée surtout par l'*Amblypterus angustus* caractéristique des schistes des environs d'Autun.

2° Nous avons à rétablir la *flore du Permien de Decize* (p. 381) dont quelques noms se sont trouvés défigurés à la copie et qui est en réalité la suivante :

Callipteris conferta, Sternberg, sp. (1).
Callipteris conferta, forme *Gœpperti*, Brongniart. (Une penne terminale de cette espèce à folioles soudées avait été rapportée au *Call. prælongata*. β *Pecopteris unita*.

(1) Quelques échantillons se rapportent bien au *Callipteris gigantea* (Brongniart); mais, comme il y a doute sur le véritable type de cette espèce qui n'a pas été figuré, M. Zeiller a préféré adopter le nom de *Callipteris conferta*, donné postérieurement par Sternberg.

Annularia.
Bruckmania tuberculata, Sternberg.
Sphenopteris cf. *Decheni,* Weiss.
— cf. *lebachensis,* Weiss.
Sphenopteris cf. *adnata,* Weiss.
Walchia filiciformis, Sternberg.
Cordaites.

M. **de Grossouvre**, après avoir rappelé, en quelques mots, les faits les plus importants au point de vue scientifique, qui ont été reconnus par la Société géologique, sous l'habile direction de MM. Fayol et de Launay, prononce la clôture de la session extraordinaire.

*Compte rendu de l'***excursion** *du 2 septembre aux environs de* **Saint-Amand.**

par M. **de Grossouvre.**

Après la séance tenue à Moulins, dans la matinée du 2 septembre, la Société s'est rendue à Saint-Amand (Cher) par le chemin de fer et y est arrivée vers trois heures et demie du soir. Elle a profité du temps dont elle pouvait encore disposer pour reconnaître la constitution des couches qui affleurent autour de cette ville.

Saint-Amand est une localité classique pour l'étude du Lias et surtout du Lias moyen; ce dernier est représenté par un assez grand nombre de niveaux fossilifères dans lesquels on peut faire une abondante récolte d'échantillons toutes les fois que les couches sont entamées par des tranchées ou exploitées comme marnières. Malheureusement, ce cas se présente rarement aujourd'hui et il ne reste plus guère que deux localités où les géologues puissent recueillir les fossiles qui ont fait la réputation de Saint-Amand; ce sont la tranchée du Canal de Berry, dans le bois de Trousse, où l'on trouve la faune des niveaux les plus inférieurs du Lias moyen (zone à *Am. Lynx*), et le chemin des Cottards près Saint-Georges-Soye (zones à *Am. Jamesoni* et à *Am. ibex*).

La région de Saint-Amand doit son aspect pittoresque à un accident géologique assez rare dans le bassin de Paris où les couches sont affectées seulement par des failles ou par des ondulations à très grande courbure; ici nous rencontrons au contraire un double pli très accentué, auquel sont dus le tertre de Montrond, isolé d'une manière si singulière au milieu de la vallée de la Marmande et le grand monticule allongé qui sépare, vers leur confluent, la vallée de la Marmande de celle du Cher : dans ce dernier monticule on distingue deux parties, le Petit Tertre au nord-ouest et le Grand Tertre au sud-est, séparées par un col dans lequel passe la route de Saint-Amand à Montluçon.

Parallèlement au cours de la Marmande, court une faille masquée presque partout par les alluvions de la vallée et visible seulement à Montrond et à Orval où l'Infralias vient butter contre le Lias moyen.

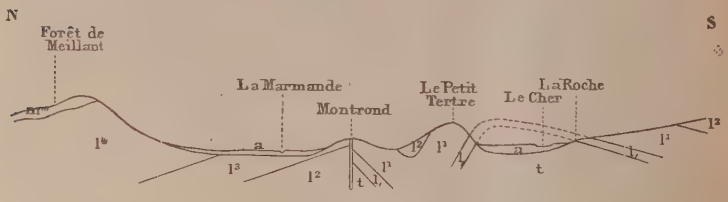
Au nord de cette faille, s'élève une grande côte couverte de prairies ; elle est formée par les argiles du Lias supérieur surmontées par les calcaires bajociens; les argiles sidérolithiques avec chailles jurassiques couronnent le sommet et leurs débris viennent s'ébouler sur la pente et recouvrir sur des étendues assez considérables les affleurements du Lias supérieur : sur le plateau, le limon pliocène masque les sables et argiles sidérolithiques et ceux-ci sont souvent difficiles à distinguer bien nettement lorsqu'ils ont été remaniés par les eaux superficielles.

C'est au sud de la faille précédente que sont les plissements du Lias avec une direction générale du N.-O. au S.E ; la coupe faite du nord au sud par Montrond indique leur allure.

Une faille à peu près parallèle aux plis suit l'arête du Grand Tertre mais s'atténue dans le Petit Tertre et disparaît au point où est faite notre coupe.

Le canal du Berry a donc été tracé dans le pli synclinal formé par les couches, et la vallée du Cher s'est ouverte dans le pli anticlinal.

Fig. 1.

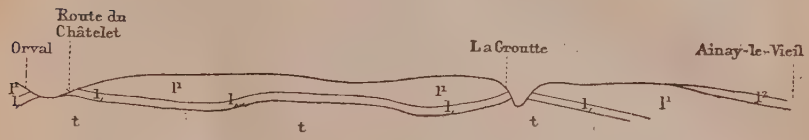


t ... Trias.
l,... Rhétien.
*l*¹... Hettangien.
*l*²... Sinémurien.
*l*³... Liasien.
*l*⁴... Toarcien.
m'''... Sidérolithique.
a... Alluvions.

En même temps que se produisaient ces plissements, les couches éprouvaient des froissements qui se traduisaient par des rides transversales que fait ressortir la coupe de la rive gauche du Cher, où l'on voit affleurer, successivement et à plusieurs reprises, au niveau du lit du Cher, les calcaires infraliasiques, les grès rhétiens et même les marnes du Trias; au sud, le pendage des couches

est assez accentué pour ramener vers Ainay-le-Vieil les marnes du Sinémurien au niveau du fond de la vallée.

Fig. 2.



t... Trias.
l,... Rhétien.
l^1... Hettangien.
l^2.. Sinémurien.

La Société s'est d'abord dirigée vers Montrond par la rue qui donne accès au jardin créé sur l'emplacement de l'ancien château des princes de Condé, célèbre par le long siège qu'il soutint (1651-1652) contre l'armée royale pendant les guerres de la Fronde ; on a pu constater que la grosse tour, dont il subsiste encore quelques débris à l'extrémité orientale du tertre, est sur les calcaires de l'Infralias, tandis qu'au pied de cette tour, dans un chemin creux, on trouve des marnes argileuses où ont été recueillies des débris d'ammonites pyriteuses appartenant au Lias moyen.

On a donc là un point précis du passage de la faille.

Au-dessous du jardin, sur le versant sud du tertre de Montrond, on voit les couches calcaires de l'Infralias, en gros bancs coupés suivant leur direction, supporter les fondations des anciennes murailles de l'enceinte du château; on a pu apercevoir, accrochés dans les interstices des rochers ou dans les murs, un grand nombre d'exemplaires d'une plante de la famille des crucifères, le *Farsetia clypeata*, originaire d'Orient, qui se trouve ici localisé sur un très petit espace; il s'y reproduit abondamment sans pouvoir se propager aux environs, et les ruines du château de Montrond sont, paraît-il, le seul point d'Europe où cette plante soit connue.

La Société est allée visiter ensuite une carrière, aujourd'hui abandonnée, qui avait été ouverte à l'extrémité ouest du tertre de Montrond pour l'exploitation des bancs du *calcaire pavé* de l'Infralias : à Saint-Amand, on désigne sous ce nom tout l'ensemble des couches calcaires comprises entre les grès rhétiens et les marnes à gryphées.

La coupe de la carrière montre un fort plongement des couches vers le sud-ouest.

Une couche marneuse de 80 centimètres environ se fait remarquer par l'abondance des débris fossiles qu'elle renferme ; elle est presque

entièrement composée d'*Ostr. irregularis* qu'on peut recueillir en échantillons de toutes tailles et de formes assez variables ; avec cette huître, se trouvent quelques lamellibranches et quelques gastropodes et principalement des natices (*Natica obliqua* Terq., *N. obtusa* Desh., *N. carinata* Terq.) A deux mètres environ au-dessus de ce banc se trouve une couche où notre confrère M. Dagincourt a recueilli autrefois d'assez nombreux échantillons de poissons ganoïdes et quelques empreintes de plantes (*Brachyphyllum*).

Le plongement des couches vers le sud amène l'affleurement du sablon rhétien au nord de la carrière. On le trouve en effet dans les anciens fossés du château et, en continuant, on rencontrerait un peu plus loin les marnes à gryphées dont la présence indique le passage de la faille déjà vue à l'autre extrémité du tertre de Montrond.

La Société a ensuite franchi le canal et visité sur le versant nord du Petit Tertre, la carrière dite du Cheval Blanc, aujourd'hui abandonnée. Elle est ouverte dans des calcaires grossiers, peu fossilifères qui appartiennent encore au *calcaire pavé* et se rattachent inférieurement au calcaire infraliasique directement superposé au grès rhétien. Au-dessus, on voit des bancs marneux qui reposent sur les calcaires par une surface irrégulière et corrodée; on serait donc tenté de placer là la limite de l'Hettangien et du Sinémurien, mais, en réalité elle se trouve plus bas, au milieu des bancs du *calcaire pavé*, c'est-à-dire au milieu d'un ensemble homogène, car quoique les fossiles soient rares dans les bancs supérieurs, on y a trouvé quelques échantillons d'*Am. bisulcatus*. On peut donc dire que le *calcaire pavé* de Saint-Amand est aussi complètement que possible l'équivalent du grès d'Hettange et que, comme dans ce dernier, la partie inférieure représente l'étage hettangien, tandis que la partie supérieure appartient déjà au Sinémurien.

Jusqu'à ce jour il n'a encore été trouvé aucun céphalopode dans l'Infralias du département du Cher.

Les bancs marneux du sommet de la carrière renferment en abondance un bivalve, *Mactromya cardioides*, et on y trouve encore, mais plus rarement, *Am. Kridion*.

La Société a suivi ensuite les bords du canal de manière à contourner l'extrémité du Petit Tertre et à remonter ensuite pendant quelque temps le cours du Cher ; les diverses assises du *calcaire pavé* ont été ainsi recoupées de haut en bas jusqu'à l'affleurement de l'étage rhétien ; celui-ci est formé de sables plus ou moins grossiers, parfois agglomérés en grès généralement peu cohérents que l'on voit dans un petit escarpement. On est ensuite entré dans le Trias

dont les assises sont difficiles à étudier en ce point par suite des éboulis ; cependant, en regagnant la route de Montluçon on a pu observer, vers le col qui sépare le Grand Tertre du Petit Tertre, des dolomies rougeâtres miroitantes qui appartiennent à la partie supérieure du Trias et qui viennent buter par faille contre les marnes à gryphées dont les bancs plongent fortement vers le nord, sous la ville de Saint-Amand ; ce contact anormal est dû à la faille dont nous avons parlé plus haut et qui suit l'arête du Grand Tertre.

*Compte rendu de l'***excursion** *du* 3 *septembre, à la* **Côte de Meillant** *et aux* **Cottards**,

par M. **de Grossouvre.**

Dans la matinée du 3 septembre, la Société est allée étudier le Lias supérieur sur la rive droite de la Marmande : de ce côté, se trouve une grande falaise qui domine le fond de la vallée, sur une hauteur de 130 à 150 mètres, et qui est connue, dans le pays, sous le nom de *côte de Meillant*. Le Lias moyen en occupe la base, mais sa partie supérieure est seule visible et tout le reste de l'étage est caché par les alluvions de la vallée. Le Lias supérieur, puissant de 80 à 100 mètres environ, constitue, presque entièrement à lui seul, toute la pente et est surmonté par le calcaire bajocien, dont l'affleurement est souvent recouvert par les éboulis des argiles à chailles.

La côte de Meillant fait partie d'une grande ligne de falaises qui se suit sans interruption depuis la faille de Sancerre, à l'est, jusqu'au delà de la vallée de la Creuse, à l'ouest, et dont la constitution géologique est, sur tout le parcours, complètement identique à celle que nous venons d'indiquer pour les environs de Saint-Amand.

Les affleurements de la zone supérieure du Lias moyen ont pu être étudiés à Rouzaire et à Champdeuil ; ils sont formés par une marne calcaire jaunâtre, renfermant *Am. spinatus* à l'état pyriteux et en petits échantillons. On y voit, en outre, de nombreux débris de *Pecten æquivalvis*, de très gros *Belemnites Bruguieri*, *Harpax pectinosus* en nombreux exemplaires de conservation parfaite ; les brachiopodes y sont rares ; cependant on y a trouvé *Rh. acuta*, *Terebratula* (*Aulacothyris*) *Moorei*, et quelques échantillons d'une petite rhynchonelle.

Le faciès de cette assise se modifie assez rapidement dans la direction de l'ouest ; de ce côté, les affleurements correspondent à des dépôts plus rapprochés des rivages. Dans l'Indre, à l'ouest de La Châtre, la zone à *Am. spinatus* est constituée par un calcaire grumeleux spathique où l'on trouve *Am. spinatus* de grande taille et de

superbes échantillons de brachiopodes : *Spiriferina rostrata, Ter.* (*Zeilleria*) *cornuta, Ter.* (*Zeilleria*) *quadrifida, Ter.* (*Zeilleria*) *subnumismalis, Ter.* (*Aulacothyris*) *resupinata, Ter.* (*Aulacothyris*) *Moorei.*

Le Lias supérieur a été étudié dans un chemin creux, connu dans le pays sous le nom de *Rue de la Cave;* on y voit cet étage débuter par quelques mètres de marnes argileuses à *Am. Holandrei*, recouvertes par un banc de calcaire fissile, où l'on rencontre des empreintes de poissons. Plus haut, viennent des marnes schisteuses à posidonies, horizon bien connu que l'on observe presque partout à la base du Lias supérieur, puis des argiles avec nodules calcaires de forme ovoïde. Ceux-ci, souvent de grosseur assez considérable, renferment d'ordinaire des fossiles, notamment *Am. bifrons*, *Am. Holandrei*, *Am. serpentinus* (auct.), etc.

Les nodules disparaissent et l'on ne trouve plus que des argiles : celles-ci sont exploitées sur beaucoup de points pour la fabrication des briques, et une usine très importante, une grande tuilerie mécanique a été installée pour cet objet, à peu de distance de Saint-Amand.

A la base de ces argiles se trouve un niveau fossilifère très riche en échantillons de petites dimensions : les membres de la Société ont pu y faire une abondante récolte des fossiles classiques de ce niveau :

Am. bifrons, Brug.
— *cornucopiæ*, Young.
Bel. tripartitus, Schloth.
— *irregularis*, Schloth.
Cerithium pseudocostellatum, d'Orb.
Turbo subduplicatus, d'Orb.
Turbo subangulatus, Münst.
Leda rostralis, am. sp,
Nucula Hammeri, Defr.
Astarte Voltzi, Goldf.
Pecten pumilus, Lam.
Thecocyathus mactra, Goldf. sp.

Un peu plus haut, on a recueilli un fragment d'ammonite de grande taille, qui a paru pouvoir être rapporté à *Am. navis*, Dum. En continuant à monter, on a vu les argiles se charger de sable siliceux très fin et on y a trouvé assez abondamment des nodules de fer carbonaté. Les éboulis du terrain tertiaire masquent les assises supérieures.

Après être rentrée à Saint-Amand pour y déjeuner, la Société s'est dirigée vers les Cottards par la route du Châtelet.

Après la traversée du Cher, on a pris, sur la droite, un petit chemin qui longe la ligne de Montluçon, et on a constaté, tout d'abord, l'affleurement des grès rhétiens. Le pendage local des assises vers le sud amène plus loin, au niveau du chemin, les bancs calcaires de l'Infralias, dont une tranchée fournit une coupe excellente : on y voit, immédiatement au-dessus des grès, des argilithes verdâtres

alternant avec des sables argileux et des marnes jaunâtres. Si l'on examine avec soin les argilithes verdâtres, on y trouve des empreintes de bivalves, des écailles de poissons et des fragments de petits os; on a donc là, dans le sens strict du mot, le *bone-bed* du Lias.

C'est à une dizaine de mètres au-dessus des grès rhétiens que se montre le banc à *Ostrea irregularis;* les membres de la Société ont pu faire de nouveau une abondante récolte de ce fossile. Notre confrère, M. Collot, a trouvé, un peu au-dessus de ce banc, des plaquettes calcaires avec *Diademopsis serialis* (radioles et fragments de test), *Anatina sinemuriensis* et *Gervillia præcursor.*

Après cette étude des assises les plus inférieures du Lias, la Société a repris la route du Châtelet et, au bas de la montée, une carrière nous a permis de revoir encore une fois la succession des assises du *calcaire pavé;* au sommet de la côte, sur le plateau, une autre carrière nous en a montré les bancs supérieurs, avec nombreuses empreintes de *Mytilus glaber;* on a là l'équivalent des assises inférieures de la carrière du Cheval blanc. Quelques ammonites, qui ont été recueillies autrefois dans cette carrière par M. Dagincourt, ont montré qu'elle était ouverte dans la zone inférieure du Sinémurien (1).

En face de Saint-Georges, nous avons pu observer, dans les fossés de la route, les bancs marneux de la partie supérieure du même étage avec *Ter.* (*Zeilleria*) *cor*, et *T.* (*Zeilleria*) *perforata*, *Gryphæa arcuata* (var. *obliquata*), *Pentacrinus tuberculatus*, etc., et nous sommes enfin arrivés au gisement des Cottards qui se trouve dans le chemin allant de la ferme de ce nom au village de Saint-Georges.

Quoique ce gisement classique soit fréquemment visité et que sa richesse ne soit pas comparable à ce qu'elle était il y a une vingtaine d'années, nos confrères ont pu cependant y recueillir les principaux fossiles des zones inférieures du Liasien.

Bel. Bruguieri, d'Orb.
— *umbilicatus*, Bl.
— *clavatus*, Schloth.
Am. ibex, Quenst.
Am. centaurus, d'Orb.
— *Henleyi*, Sow.
— *Bechei*, Sow.
— *Maugenesti*, d'Orb.

(1) L'aspect particulier du calcaire de ce gisement ayant attiré l'attention des membres de la Société, notre confrère, M. L'Hôte, a eu l'amabilité d'en emporter des échantillons et d'en faire l'analyse. Il a obtenu les résultats suivants :

Carbonate de chaux.	73.25
Carbonate de magnésie. . .	20.05
Sable.	4.80
Alumine et oxyde de fer. . .	1.90
	100.00

Am. bipunctatus, Röm.
— *Actæon*, d'Orb.
— *pettos*, Quenst.
— *Regnardi*, d'Orb.
Ter. numismalis, Lam.
Rh. rimosa, Buch.
— *furcillata*, Théod.

en outre de petits gastropodes et lamellibranches.

Le propriétaire de la ferme des Cottards, M. Renaud, averti du passage de la Société, est venu gracieusement offrir à ses membres des rafraîchisssements que la chaleur de la journée a fait accueillir avec empressement et reconnaissance.

Après une abondante récolte de fossiles et après avoir observé dans les chemins environnants les affleurements de la couche supérieure du Sinémurien à petites ammonites pyriteuses, *Am. raricostatus*, *Am. spiratissimus*, etc., la Société est revenue à Saint-Amand, par la route de Saint-Georges à la Roche. En arrivant à ce village, on a observé sur le bord de la route une poche remplie de marnes à gryphées, complètement isolée au milieu des bancs réguliers et en place du calcaire pavé. Un peu au-dessus de ce point, une carrière en exploitation nous a montré d'intéressants phénomènes de dissolution par les eaux météoriques, et notre confrère M. Collot, a bien voulu rédiger sur ce point particulier la note suivante :

Note sur des **phénomènes de dissolution** *observés près de* **la Roche**

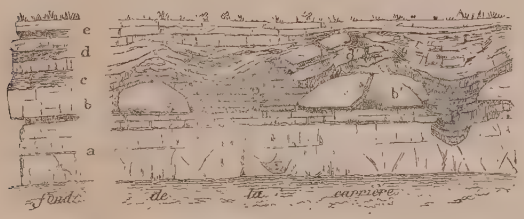
par M. **Collot**.

Après avoir visité le gisement des Cottards, quelques membres de la Société se sont dirigés vers le hameau de la Roche, où leur guide dans le Cher, M. de Grossouvre, devait leur montrer un lambeau de Lias inférieur (partie supérieure) descendu au niveau de l'Infralias qui l'entoure complètement. Il ne s'agit vraisemblablement pas là d'un phénomène ordinaire de faille, vu la régularité des bancs d'Infralias tout autour de cet accident, d'ailleurs très limité (d'une dizaine de mètres environ, en tous sens).

Une carrière située sur le bord de la route, vers le haut du coteau qui domine la Roche, nous a présenté des phénomènes d'érosion souterraine remarquables qui peuvent suggérer une explication du phénomène ci-dessus. Au-dessous d'une partie supérieure à peu près inaltérée et dont la stratification paraît horizontale (Voir fig. 1 et 2), se montre un entassement de blocs et de débris incohérents reposant sur une masse constituée à peu près entièrement

de deux gros bancs qui descendent jusqu'au fond de la carrière. Entre ces blocs, existent deux poches, P et P' remplies d'argile brune et grise. Dans la première, cette argile est en lits horizontaux reposant sur un fond plat, tandis qu'en P' elle se montre stratifiée en forme de cuvettes emboîtées et le fond de la poche, pénétrant jusque dans le premier gros banc, s'arrondit de la même façon. Il est clair que les eaux infiltrées dans les fissures du calcaire, ont dissout celui-ci et laissé, soit sur les points de dissolution, soit après transport dans des canaux souterrains, l'argile PP' qui représente le résidu argilo-siliceux et ferrugineux de cette action chimique.

Fig. 1. Fig. 2.



La même zone est plus ou moins dérangée sur tout le front de la carrière. En un point, toutefois à l'extrémité gauche de la carrière, une partie moins attaquée permet de voir quelle était la disposition primitive de cette assise. La figure 1 représente le profil des bancs : sur la masse inférieure compacte, repose un gros banc *b*, couvert par un ensemble de petits lits *c*, faciles à désagréger. Au-dessus, la masse *d* se caractérise par un banc délitable entre deux bancs durs. Enfin, deux petits bancs *e* atteignent la surface gazonnée du sol. Ceux-ci forment la partie à peu près horizontale de la figure 2, tandis que *d* et *c*, généralement cassés et dissous, sont méconnaissables. Toutefois, en *d'* de la figure 2 nous retrouvons les éléments des trois bancs *d* tandis que les gros blocs *b'* représentent nettement le niveau *b*.

L'îlot de Lias inférieur de la Roche, encaissé dans l'Infralias, peut bien devoir sa position actuelle à l'affaissement du plafond d'une caverne d'érosion analogue à P et P', mais plus vaste. Cette caverne aurait dû rester vide jusqu'au jour où les couches supérieures s'y sont effondrées, au lieu de se remblayer graduellement par les argiles, résidu de dissolution.

*Compte-rendu de l'*excursion *du 4 septembre, de* Saint-Amand *à* Châteauneuf-sur-Cher

par M. de Grossouvre.

(Pl. XXXVIII.)

La Société s'est rendue à Châteauneuf en suivant d'abord la rive droite du Cher : la route longe le pied de la falaise toarcienne et de nombreux éboulements du Tertiaire ont permis de recueillir quelques fossiles silicifiés du Bajocien qui s'y trouvent contenus, notamment des baguettes de *Rhabdocidaris horrida*. Après Noirlac, les fossés de la route entament des bancs de calcaire marneux, contenant la faune des niveaux les plus élevés du Lias supérieur : *A.* cf. *radiosus*, *Ter. infra-oolithica*, *Ter. ovoides*, *Rh. cynocephala*, *Ostrea Beaumonti*, (de grande taille).

Plus loin, une carrière ouverte sur le côté droit de la route montre l'étage bajocien sous forme de calcaires spathiques, jaunâtres, très durs ; les fossiles y sont rares. On y trouve seulement quelques oursins trop engagés dans la roche pour pouvoir être déterminés.

A la sortie des bois, de grandes carrières sont ouvertes dans l'escarpement pour l'exploitation de calcaires blancs à grain oolithique très régulier, appartenant à l'étage bathonien : ces calcaires fournissent une pierre de taille d'excellente qualité, très appréciée pour les travaux d'art et le bâtiment : aussi est-elle exploitée sur une grande échelle à la Celle, à Vallenay, etc., et exportée par chemin de fer à de grandes distances. Les fossiles y font presque absolument défaut ; on y trouve seulement quelques dents de poissons et nous-même y avons recueilli, vers la partie supérieure, *Ter. coarctata* et *Ter. flabellum*.

A La Celle, la montée de la route offre dans le village un petit escarpement formé par un calcaire jaunâtre avec lumachelle de térébratules constituant la base de l'étage callovien : les térébratules sont souvent brisées et déformées ou même ont leurs valves séparées : l'espèce la plus abondante est une térébratule qui paraît bien voisine de la *Ter. Balinensis* Szajn. ; avec elle on trouve *Ter. pala*, *Ter. Sæmanni* (var. lisse).

Après La Celle, la route reste jusqu'à Bigny sur le calcaire lacustre du Berry (niveau du calcaire de Brie), recouvrant des gîtes de minerai de fer en grain, enclavés dans des fentes du calcaire jurassique.

Des meulières, en amas lenticulaires au milieu de ce calcaire, fournissent les matériaux d'empierrement de la route.

A Bigny nous traversons le Cher et nous passons près de l'usine de Bigny dans laquelle on produit encore des fers au bois : c'est le dernier vestige d'une fabrication autrefois très florissante dans le Berry.

La route suit toujours le calcaire lacustre, puis on arrive dans une plaine basse où des alluvions anciennes masquent les affleurements des couches calloviennes, constituées ici par des calcaires marneux peu fossilifères.

A la montée des Billons, la route entame les affleurements de l'étage oxfordien et en donne une très belle coupe.

La base de cette coupe n'est pas visible ici, mais elle peut être observée un peu à l'ouest, près de Montlouis, où elle est constituée par des calcaires marneux, identiques aux calcaires calloviens sous-jacents ; ils renferment un certain nombre de fossiles qui précisent ce niveau et montrent que l'on est exactement sur l'horizon des marnes de Dives ; ce sont : *Am. athleta*, *Am. Duncani*, *Am. Lamberti*, *Am. Goliathus*.

Les couches du pied de la côte des Billons viennent au-dessus : ce sont des marnes argileuses avec petites ammonites pyriteuses ; elles sont assez rares et on a pu seulement en recueillir quelques exemplaires : *Am. suevicus*, *Am. Henrici*.

Les marnes deviennent ensuite plus calcaires, prennent une teinte rougeâtre et contiennent des fossiles dont l'aspect indique immédiatement qu'ils renferment une proportion notable de phosphate de chaux (1) : *Am. cordatus*, *Am. arduennensis*, *Am. Eugenii*.

Ces couches sont surmontées par les marnes à spongiaires qui offrent ici un très beau développement et une grande richesse fossilifère : elles atteignent environ une dizaine de mètres d'épaisseur.

Les spongiaires y sont très abondants et appartiennent aux genres *Dictyonocœlia*, *Goniocœlia* et *Porospongia*.

La faune d'ammonites est spécialement très riche, mais les brachiopodes y forment aussi une faunule intéressante.

La course de cette journée ayant ponr objet principal l'étude de ce gisement, nous pensons qu'il convient de donner quelques détails sur les espèces recueillies.

(1) La proportion de phosphate de chaux tribasique est de 54.72 0/0 d'après l'analyes de M. L'Hôte.

FAMILLE DES HARPOCERATIDÆ

Ammonites cf. *Henrici*, d'Orb.

1847. *Am. Henrici*, d'Orb., Céph. Jur., (Pl. CVIII, fig. 1, 2, p. 522.)

Am. Henrici est très voisin de *Am. canaliculatus* : il en diffère, d'après d'Orbigny, par l'absence du canal latéral et par ses trois carènes.

Ce dernier caractère ne ressort pas avec netteté des figures de d'Orbigny : celle de *Am. canaliculatus* montre précisément de chaque côté de la quille ventrale deux arêtes latérales assez semblables à celles d'*Am. Henrici* et nous ne doutons pas, pour notre part, que nous ne soyons là en présence de deux mutations de la même espèce entre lesquelles il existe des passages graduels.

Les échantillons que nous rencontrons à Venesmes, dans les parties inférieures des marnes à spongiaires, sont très voisins de *Am. Henrici* figuré par d'Orbigny : ils ont une forme générale, plus plate que celle de *Am. canaliculatus*, des côtes moins prononcées, plus fines que celles de cette dernière espèce : par contre il est très rare de trouver des échantillons sans sillon latéral comme dans le type de d'Orbigny, bien que ces échantillons aient une carène très nette de chaque côté de la quille ventrale tandis que chez *Am. canaliculatus* franc, le bord ventral est plus arrondi.

Am. Henrici, type, appartient à la zone à *Am. cordatus* (Neuvizy, etc.); *Am. Delemontanus*, Opp. ne paraît être que la variété à grosses côtes de cette forme : des formes très voisines se trouvent aussi à un niveau inférieur dans les marnes à *Am. Renggeri*, de l'Est de la France, mais, vu leur petite taille, il est assez difficile de les distinguer de *Am. Henrici*.

Nous avons signalé dans le Bathonien supérieur sous le nom d'*Am. inflexus*, des formes paraissant présenter les mêmes caractères généraux que les diverses espèces précédentes, mais en différant toutefois par la présence d'un tubercule transverse à l'extrémité des côtes. Ils ont le même mode général d'ornementation, côtes plus marquées vers l'ombilic et le bord externe que dans la région moyenne où elles sont atténuées : le dédoublement des côtes se fait toujours au-dessous du point de rebroussement (c'est-à-dire plus près de l'ombilic). Les transformations de l'ornementation avec l'âge suivent d'ailleurs la même marche que pour les *Oppelia* ainsi que nous l'avons montré pour *Ammonites inflexus*, c'est-à-dire que les côtes vont en s'espaçant de plus en plus et que dans les derniers tours il n'y a plus sur le bord externe que des côtes arquées plus ou moins éloignées, comme dans

Ammonites subradiatus, *aspidoides*, etc., néanmoins le bord externe reste tranchant jusqu'aux derniers tours de la coquille tandis que dans les *Oppelia* il s'arrondit.

M. Haug a proposé de grouper les *Canaliculati* sous le nom générique d'*Ochetoceras*.

Ammonites canaliculatus, Ziet.

1830. *Am. canaliculatus*, Münster in Zieten, p. 37, Pl. XXVIII, fig. 6.
1846. *Am. canaliculatus albus*, Quenst, p. 120, Pl. VIII, fig. 11.
1847. *Am. canaliculatus*, d'Orb., Ceph. Jura. p. 525, Pl. CXCIX, fig. 1, 2, 4, 5, 6 non fig. 3.
1863. *Am. canaliculatus*, Opp., Pal. Mitth., Pl. LI, fig. 3, p. 157.
1863. *Am. hispidus*, Opp., Pal. Mitth., Pl. LII, fig. 2, p. 193.
Non, 1831. *Am. canaliculatus*, Buch, Pétrif., remarq., Pl. I, fig. 7, 8.

Am. canaliculatus se relie comme nous l'avons établi à *Am. Henrici*; *Am. hispidus*, Opp. n'est qu'une variété à grosses côtes de cette espèce, avec laquelle elle se trouve toujours dans les mêmes gisements et au même niveau.

Lorsque l'on possède des échantillons bien conservés, soit d'*Am. canaliculatus* type, soit de la variété *hispidus*, on voit que la quille assez prononcée qui existe sur tout le bord externe est très finement dentelée; d'Orbigny n'a pas figuré ce détail, et Oppel a indiqué dans le dessin de *Am. hispidus*, de gros tubercules externes saillants qui doivent être en réalité des débris de la carène. Il est très probable que ce même caractère existe chez la plupart des formes de ce groupe : nous l'avons observé également chez *Am. Marantianus*.

Ammonites Marantianus, d'Orb.

1831. *Am. canaliculatus*, Buch, Pétrif., remarq., Pl. I, fig. 78.
1847. *Am. Marantianus*, d'Orb., Pl. CCVII, fig. 3, 5, p. 533.

Cette espèce très voisine de *Am. canaliculatus* s'en distingue facilement par ses côtes externes bifurquées : c'est à ce type que se rapporte la figure donnée par Buch, pour *Am. canaliculatus*. Oppel qui a eu entre les mains l'échantillon original de Buch, prétend qu'il a été mal dessiné : en tous cas la ressemblance de la figure avec *Am. Marantianus* est incontestable.

Am. Marantianus occupe un niveau supérieur à celui de *Am. canaliculatus*, il se trouve à la partie supérieure des marnes à spongiaires où il est accompagné de *Am. bimammatus*, *Am. Tiziani*, etc.

Ammonites subclausus, Opp.

1847. *Am. erato*, d'Orb. pars, Pl. CCI, fig. 3, 4.

1863. *Am. subclausus*, Opp. Pal. Mitth. pag. 190, Pl. LII, fig. 3.
1875. *Am. erato*, d'Orb. Douvillé. Fossiles du Jur. moyen. *Bull. S. G.* 3e série t. III, p. 115.

Cette espèce de petite taille dont le jeune est assez difficile à distinguer de celui de *Am. canaliculatus*, a le bord externe complètement arrondi sur la dernière loge, caractère que n'ont jamais les jeunes du groupe des *canaliculati*.

Elle se trouve toujours dans les couches à *Am. canaliculatus* dont elle constitue un des fossiles les plus caractéristiques.

Nous pensons que cette espèce doit être rattachée au groupe de *Am. genicularis*, c'est-à-dire au genre *Œcotraustes* de Waagen.

Près de cette espèce paraît se placer :

Ammonites Bruckneri, Opp.

1863. *Am. Bruckneri*, Opp., Pal. Mitth. p. 192. Pl. LIV, fig. 4.

Plusieurs échantillons des marnes spongiaires à *Am. canaliculatus* de Venesmes.

GROUPE DES TRIMARGINATI

Les espèces de cette famille sont généralement peu abondantes dans les couches à spongiaires du Berry.

On y trouve cependant, dans la zone à *Am. canaliculatus* :

Ammonites trimarginatus, Opp.

1863 *Am. trimarginatus*, Opp., Pal. Mitth. p. 159, Pl. L, fig. 2.

Ammonites arolicus, Opp.

1863. *Am. arolicus*, Opp., Pal. Mitth. p. 188. Pl. LI, fig. 1 et 2.

Et dans la zone à *Am bimammatus*.

Ammonites Eucharis, d'Orb.

1847. *Am. Eucharis*, d'Orb., Céph. Jur. p. 521, Pl. CLXXXVIII, fig. 3 et 4.

GROUPE DES FLEXUOSI

Ce groupe qui commencé dans le Callovien moyen par *Am. flector* a des représentants nombreux dans les couches à spongiaires du Berry : leurs échantillons en constituent la plus grande partie de la faune.

Les jeunes sont très difficiles à distinguer les uns des autres : ainsi je ne vois aucune différence entre *Am. Lochensis* Opp. et *Am.*

Pichleri, Opp. qui sont toutes les deux de la zone à *Am. bimammatus;* ces deux formes ne paraissent être que deux variations d'un même type, l'une étant à ornementation plus prononcée que l'autre.

Ammonites Gmelini, Opp.

1863. *Am. Gmelini*, Opp., Pal. Mitth. Pl. LIV, fig. 7.

Cette espèce se distingue des autres formes du groupe des *Flexuosi* par ses cotes flexueuses et sans point de rebroussement en leur milieu.

Elle est fort rare dans le Berry, dans la zone à *Am. canaliculatus*, mais d'assez nombreux échantillons que nous avons recueillis dans les beaux gisements des environs de Rians (Provence), nous la montrent à divers degrés de développement.

Les jeunes sont identiques à la figure d'Oppel : sur le milieu du bord externe, épais et arrondi, se montrent une série de petits tubercules ; plus tard ces tubercules se développent considérablement comme dans *Am. Bachi*, etc. et en même temps apparaissent de chaque côté des tubercules latéraux transverses d'égale importance, auxquels viennent souvent aboutir deux côtes : c'est à peu près le mode d'ornementation d'*Am. trachynotus*, Opp. qui doit appartenir à la même série de formes.

A côté de cette espèce viennent se placer deux autres assez voisines, présentant le même mode d'ornementation :

Ammonites Bachi, Opp.

1863. Pal. Mitth. p. 208, Pl. LV, fig. 5.

Cette forme n'est pas rare dans les marnes à spongiaires à *Am. canaliculatus*.

Ammonites Hauffi, Opp.

1863. *Am. Bachi*, Opp., Pal. Mitth. p. 211, Pl. LVI, fig. 1 et 2.

Le type de cette espèce est de la zone à *A. bimammatus* : nous avons trouvé à Venesmes, dans les calcaires à spongiaires immédiatement supérieurs aux marnes à spongiaires, c'est-à-dire précisément au niveau de *Am. bimammatus*, un échantillon adulte très voisin du type figuré.

Ammonites callicerus, Opp.

1863. *Am. callicerus*, Opp., Pal. Mitth. p. 210, Pl. LV, fig. 2 et 3.
1875. *Am. callicerus*, Opp., Favre, Ter. Jur. des Voirons, p. 26, Pl. II, fig. 9.
1876. *Am. callicerus*, Opp., Favre. Ter. Oxf. p. 39, Pl. III, fig. 4. 5.

Espèce très rare à Venesmes et seulement en échantillons de petite taille.

Ammonites flexuosus, Ziet.

1830. *Am. flexuosus*, Ziet., Pl. XXVIII, fig. 7.
1849. *Am. flexuosus costatus*, Quenst., Céph. p. 126, Pl. IX, fig. 1.
1874. *Am. flexuosus costatus*, Qu., Douvillé, *B. S. G. F.*, 3e série, t. III, p. 116,
1875. *Am. flexuosus*, Favre, Ter. jur. des Voirons, p. 25, Pl. I, fig. 13 et 14.
1876. *Am. flexuosus*, Favre, Ter. oxf., p. 40, Pl. III, fig. 6.

Les échantillons de cette espèce sont toujours rares dans le Berry et de petite taille : ils se trouvent dans les marnes à spongiaires à *Am. bimammatus*.

Ammonites tricristatus, Opp.

1863. *Am. tricristatus*, Opp., Pal. Mitth., p. 212, Pl. LIV, fig. 8.
1875. *Am. flexuosus nudus*, Qu. Douvillé, *B. S. G. F.*, 3e série, t. III, p. 115.

Cette espèce est très abondante à la partie supérieure des marnes à spongiaires, mais elle paraît exister déjà avec *Am. canaliculatus* et se poursuivre ensuite dans les couches à *Am. bimammatus :* il serait très possible que cette forme fût une variété à ornementation fine de *Am. flexuosus*.

Ammonites lophotus, Opp.

1863. *Am. lophotus*, Opp., Pal. Mitth., p. 201, Pl. LIII, fig. 3 et 4.
1875. *Am. lingulatus canalis*, Qu., Douvillé, *B. S. G. F.*, 3e série, t. III, p. 113.

Echantillons conformes au type d'Oppel à la partie inférieure des marnes à spongiaires.

Ammonites microdomus, Opp.

1863. *Am. microdomus*, Opp., Pal. Mitth., p. 204, Pl. LIII, fig. 5.

Cette espèce des couches à *Am. bimammatus* de petite taille comme la précédente, en diffère par ses tubercules externes plus petits et disparaissant complètement un peu avant la bouche, tandis que chez *Am. lophotus* les tubercules vont en s'accentuant de plus en plus jusqu'à la fin de la dernière loge.

FAMILLE DES AMALTHEI

Ammonites alternans, Buch.

1831. *Am. alternans*, Buch., Pétr., remar., Pl. VII, fig. 4.

Cette espèce, rare à Venesmes, s'y trouve au niveau de *Am. canaliculatus*.

Ammonites cordatus, Sow.

1813. *Am. cordatus*, Sow, Pl. XVII, fig. 2, 3, 4.

Cette espèce existe encore à la base des marnes à spongiaires de Venesmes, où nous en avons recueilli deux exemplaires.

Ammonites tenuiserratus, Opp.

1863. *Am. tenuiserratus*, Opp., Pal. Mitth. p. 20, Pl. LIII, fig, 20.

Cette espèce, très rare dans les marnes à spongiaires du Berry, s'y trouve avec *Am. canaliculatus*.

FAMILLE DES PLANULATI

Ammonites Martelli, Opp.

1863. *Am. Martelli*, Opp. Mitth., p. 247.
1847. *Am. biplex*, d'Orb., pars, Pl. CXCI (non Sow.).

Cette espèce a été définie par Oppel, d'après un échantillon adulte figuré par d'Orbigny : celui-ci est caractérisé par les grosses nodosités qui ornent son dernier tour : M. Douvillé, en brisant des *Am. Martelli* de grande taille que nous avions recueillis dans la Nièvre, s'est assuré que le jeune était identique à *Am. biplex impressæ* figuré par Quenstedt (Der. Jura, Pl. CXXII, fig. 18). C'est une forme très commune dans ces dimensions, dans presque tous les gisements des marnes à spongiaires, et elle est assez abondante dans le Berry. La Société Géologique a recueilli à Venesmes des fragments de tours de grandes dimensions avec les nodosités caractéristiques de l'adulte, mais ces échantillons sont toujours rares.

Ammonites lucingensis, Favre.

1875. *Am. Lucingæ*, Favre, Ter. jur. des Voirons, p. 32., Pl. III, fig. 4.
1876. *Am. lucingensis*, Favre, Ter. oxf., p. 45, Pl. V, fig, 3.

Cette espèce se trouve à Venesmes dans les bancs supérieurs des marnes à spongiaires, c'est-à-dire dans les niveaux supérieurs des couches à *Am. canaliculatus*, et elle paraît exister aussi dans les couches à *Am. bimammatus*.

Nos échantillons sont bien conformes aux figures de Favre.

Ammonites Pralaieri, Favre.

1875. *Am. Pralairei*, Favre, Ter. jur. des Voirons, p. 33, Pl. III, fig. 6 et 7.
1876. *Am. Pralairei*, Favre, Ter. oxf., p, 46, Pl. V, fig. 4.

Cette espèce est assez rare dans les marnes à spongiaires du Berry.

Ammonites Schilli, Opp.

1863. *Am. Schilli*, Opp., Pal. Mitth., 245, Pl. LXV, fig. 7.

Cette espèce, assez rare dans les marnes à spongiaires du Berry, au niveau de *Am. canaliculatus* y est bien conforme au type figuré par Oppel. L'ornementation rappelle beaucoup celle de *Am. virgulatus*, Quenstedt (Jura, Pl. LXXIV, fig. 4). Mais cette dernière se trouve en Allemagne à un niveau supérieur (couches à *Am. bimammatus*) et Quenstedt n'a représenté cette espèce que vue à plat, de sorte qu'il n'est pas possible de savoir quelle est la forme de la section de ses tours et qu'il est difficile de la comparer à l'espèce d'Oppel.

Ammonites cf. *Randenensis*.

1875. *Am. Randenensis*, Mœsch in Favre, Ter. jur. des Voirons, p. 35, Pl. IV, fig. 3.

Cette espèce est bien caractérisée par ses tours peu embrassants, à croissance très lente, par ses côtes rayonnantes et peu infléchies en avant; d'après Favre, les côtes seraient alternativement simples et bifurquées. Dans nos échantillons, il y a souvent trois côtes bifurquées pour une simple.

Cette espèce, voisine de *Am. birmensdorfensis* Mœsch, en diffère par un enroulement plus lent et ses côtes moins serrées et moins infléchies en avant.

Elle est très voisine également de *Am. Navillei*, Favre, et en diffère principalement par un enroulement plus lent et par la section des tours dont la hauteur est égale à l'épaisseur, tandis qu'elle est supérieure dans *Am. Navillei*.

Elle se trouve dans les marnes à spongiaires à *Am. canaliculatus*, de Venesmes.

Ammonites Tiziani, Opp.

1863. *Am. Tiziani*, Opp. Pal. Mitth., p. 246.
Am. Tiziani, Opp., Zittel. Traité de paléont., p. 470, fig. 677.

Cette espèce, très caractéristique de la zone à *Am. bimammatus*, est assez rare dans les calcaires à spongiaires du Berry: elle se distingue

aisément par son bord externe arrondi, et ses côtes tantôt bifurquées, tantôt trifurquées : dans le plus grand nombre des exemplaires que nous avons eus sous les yeux, soit de Venesmes, soit de Loudun (Vienne), soit du Mont-du-Chat (Savoie), les deux espèces de côtes alternent assez régulièrement comme le montre la figure de Zittel. Oppel, au contraire, indique que les côtes trifurquées sont plus rares que les autres.

Je signalerai seulement pour mémoire d'autres formes de la famille des *Planulati* se rattachant soit au groupe de *Am. aurigerus*, soit à celui de *Am. Backeriæ*, Sow. (non d'Orb.) et constituant de nouvelles espèces. Comme ces formes sont rares dans le Berry, je m'abstiendrai d'en parler, me réservant de les décrire dans un autre travail.

FAMILLE DES ARMATI

GENRE PELTOCERAS

Ammonites Toucasi, d'Orb.

1847. *Am. Toucasianus*, d'Orb., Céph. Jur. p. 508, Pl. CXCI.
Non *Am. transversarius*, Quen.

Cette espèce diffère complètement de la figure donnée par Quenstedt pour *Am. transversarius;* celle-ci montre des côtes droites et non bifurquées, tandis que tous les échantillons que nous avons eu l'occasion d'examiner montrent les caractères indiqués par d'Orbigny : côtes flexueuses se réunissant dans les premiers tours près de l'ombilic et se bifurquant plus ou moins régulièrement sur le bord externe et non côtes simples comme l'indique Quenstedt. La section est légèrement trapézoïdale, la plus grande épaisseur du tour étant près de l'ombilic et la plus petite près du bord externe, mais cette diminution d'épaisseur sur le bord externe est bien moins prononcée que ne l'indique la figure de Quenstedt.

Tous les échantillons que nous avons entre les mains ou que nous avons pu examiner de Niort, du Berry, de la Provence, diffèrent complètement de la figure de Quenstedt et concordent complètement avec la description et la figure d'Orbigny; en conséquence nous croyons devoir reprendre le nom donné par ce dernier et le nom de Quenstedt devra être donné à une forme complètement différente et qui me paraît constituer une espèce distincte.

Am. Toucasi est très rare dans le Berry, dans les marnes à spongiaires au niveau de *Am. canaliculatus*

Ammonites bimammatus, Quenstedt.

Jura, Pl. LXXVI, fig. 9.

Cette espèce se trouve à la partie supérieure des marnes à spongiaires et dans les calcaires à spongiaires.

GENRE ASPIDOCERAS

Les formes de ce genre sont assez nombreuses dans les marnes et calcaires à spongiaires, niveau à *Am. canaliculatus* et niveau à *Am. Marantianus* et il y aurait lieu de faire une revision complète des espèces déjà publiées ; l'étude des nombreux matériaux que nous avons recueillis dans diverses régions nous mènerait trop loin et nous nous bornerons à assimiler nos échantillons aux espèces décrites par Oppel.

Ammonites Œgir, Opp.

1863. *Am. Œgir*, Pal. Mitth. p. 226, Pl. LXIII, fig. 2.
1863. *Am. Rotari*, Opp., Pal. Mitth, page 227, Pl. LXIII, fig. 3.

Ces deux formes semblent n'être que des variétés d'une même espèce : *Am. Œgir* étant la forme renflée et *Am. Rotari* la forme plate.

Elles se trouvent toutes deux dans les marnes à spongiaires à *Am. canaliculatus*.

Ammonites hypselus, Opp.

1863. *Am. hypselus*, Opp., Pal. Mitth. page 229, Pl. LXIV, fig. 2.

Ammonites eucyphus, Opp.

1863. *Am. eucyphus*, Opp., Pal. Mitth. p. 228, Pl. XIV, fig. 1.

Il me paraît exister entre *Am. hypselus* et *Am. eucyphus* les mêmes rapports qu'entre *Am. Œgir* et *Am. Rotari* et il est très possible que ces deux formes ne soient que des variétés extrêmes d'une même espèce. Elles se trouvent toutes deux dans les niveaux supérieurs des couches à spongiaires ; j'en ai trouvé des échantillons avec *Am. canaliculatus* aussi bien qu'avec *Am. Marantianus* ; c'est à ce dernier niveau qu'appartiennent les types d'Oppel.

Certains de mes échantillons sont bien conformes aux types figurés pour la forme de la section des tours et le nombre des tubercules tandis que d'autres présentent des caractères intermédiaires et ont, par exemple, plus de côtes que *Am. eucyphus* et moins que *Am. hypselus*.

BRACHIOPODES

Terebratula Stockari, Mœsch.

1867. *Ter. Stockari*, Mœsch., Aargauer Jura, Pl. VI, fig. 6.

Cette espèce qui n'est pas rare dans les marnes à spongiaires à *Am. canaliculatus* présente d'ordinaire une forme très allongée; les échantillons de Venesmes le sont toujours beaucoup plus que ceux figurés par Mœsch.

Terebratula canaliculata, Ziet.

1830. *T. canaliculata*, Ziet., p. 54, Pl. XL, fig. 5.

Elle se trouve surtout dans les niveaux supérieurs des marnes à spongiaires avec *Am. bimammatus*.

Terebrutula Kurri, Opp.

1852. *Ter. reticulata*, Quenst, Hand. Petr. p, 464, Pl. XXXVII, fig. 21.
1857. *Ter. Kurri*, Opp., Jura, p. 638, n. 216.
1886. *Ter. Kurri*, Opp., Douvillé, Brachiop. Jur., p. 55, Pl. IV, fig. 2.

Cette espèce, toujours de petite taille, se trouve dans les marnes à spongiaires à *Am. canaliculatus*.

Terebratula (*Zeilleria*) *impressula*, Qu.

1852. *T. impressula*, Qu., Brach. p. 47, fig. 37-43.
1871. *T. nucleata* jeune, Qu. Der Jura, Pl. LXXIV, fig. 14-16.

Marnes à spongiaires à *Am. canaliculatus*.

Terebratula (*Zeilleria*) *gradata*, Douv.

1886. *Zeilleria gradata*, Douv., Brach. Jur. p. 97, Pl. IV, fig. 14-15.

Cette espèce, commune dans les environs de Châtillon-sur-Seine, est très rare dans les marnes à spongiaires du Berry.

Terebratula (*Zeilleria*) *Mœschi*, Mayer in Mœsch.

1867. *Ter. Mœschi*, Mœsch. Aargauer, Jur., p. 314, Pl. VI, fig. 4.

Elle se trouve dans les marnes à spongiaires et dans les calcaires à spongiaires, c'est-à-dire dans la zone à *Am. canaliculatus* et la zone à *Am. bimammatus*.

GENRE GLOSSOTHYRIS

Terebratula (*Glossothyris*) *nucleata*, Ziet.

(Pl. XXXVIII, fig. 1, 2 et 7.)

1830. *Ter. nucleata*, Ziet., Würt. Pl. XXXIX, fig. 10.
Ter. nucleata, Buch. Mém. Soc. Géol. Pl. XX, fig. 10.

Non *Ter. nucleata*, Qu., Opp. et auct.

C'est Zieten qui a le premier décrit et figuré le brachiopode dénommé par Schlotheim *Terebratulites nucleatus* (Petrefactenkunde, page 281); c'est donc à sa description et à sa figure qu'il faut remonter pour savoir ce que nous devons entendre par *Ter. nucleata*. Or la figure montre bien nettement sur la grande valve un méplat médian ou dépression peu prononcée qui ne s'étend pas à une grande distance du front mais qui est bien indiquée sur la commissure frontale (1).

Sous ce rapport, cette espèce présente donc quelque analogie avec la *Ter. subcanalis*, Suess (*Ter. Euthymi*, Pictet), mais chez celle-ci, la dépression de la grande valve est beaucoup plus accentuée et se prolonge jusqu'à l'extrémité du crochet.

Nous avons fait reproduire la figure de la *Ter. nucleata* de Zieten; nous avons trouvé en Provence et dans le Poitou des échantillons se rapportant à ce type et c'est à eux seulement qu'il faut appliquer le nom de *Ter. nucleata*.

EXPLICATION DES FIGURES

Fig. 1 et 2. Echantillons provenant du Pigeonnier-Beausset, près Ginasservis (Var), Couches à *Am. Toucasi*, *Am. canaliculatus*, etc. (de ma collection.)
Fig. 7. Reproduction de la figure de Zieten montrant la petite dépression médiane vers le front de la grande valve.

L'espèce figurée par Quenstedt sous le nom de *Ter. nucleata* devra donc recevoir un autre nom : nous proposons de l'appeler

Terebratula (*Glossothyris*) *Douvillei*, nov. sp.

(Pl. XXXVIII, fig. 3, 4 et 5.)

1852. *Ter nucleata*, Quenstedt, p. 469, Pl. XXXVII, fig. 40-45.
1871. — Quenst., Brachiop. p. 358, Pl. XLVII, fig. 93-98, 101-110.
1875. — Douv., B. S. G. F., 3e série, Jur. p. 61.

non *Ter. nucleata*, Ziet.
non *Ter. nucleata*, Buch.

(1) La figure donnée par de Buch est la copie exacte de celle de Zieten.

Cette espèce se rencontre dans les marnes à spongiaires du Berry ; elle est rare à Venesmes où nous n'en avons recueilli qu'un seul exemplaire, plus abondante à Villemongin (Indre), dans le Poitou, les Deux-Sèvres, la Provence, etc. Elle présente des formes assez variées : les échantillons du Berry et du Poitou sont plus trapus et se rapprochent des formes figurées par Quenstedt. Ceux de Provence sont beaucoup plus larges. En outre, la dépression de la petite valve peut être plus ou moins accentuée. La grande valve a une convexité très régulière et n'offre jamais de méplat au voisinage du front, comme la *Ter. nucleata* type.

EXPLICATION DES FIGURES

Fig. 3 et 4. Echantillons types de Villemongin (Indre), dans les marnes à spongiaires à *Am. canaliculatus* (de ma collection).

Fig. 5. Variété dans laquelle la petite valve est fortement excavée dans la région du sinus frontal, de Pontor, près Rouillé (Vienne), dans les marnes à spongiaires à *Am. canaliculatus* (de ma collection).

Rhynchonella Marioni, nov. sp.

(Pl. XXXVIII, fig. 6.)

1847. *Rh. Garantiana*, d'Orb., Prod. n° 466. Etage oxfordien.
non *Rh. Garantiana*, d'Orb., Prodr. n° 439. Etage bajocien.

Cette espèce, de très petite taille, est à peu près aussi longue que large, globuleuse ; son mode d'ornementation rappelle celui des *Rh. rimosa* et *furcillata* du Lias moyen : chacune des valves est ornée dans la région apiciale de petits plis très fins qui sont remplacés sur le bord frontal par des côtes plus fortes, arrondies, dont chacune correspond en général à deux et quelquefois à trois des plis précédents.

Le sinus médian portant ordinairement trois plis sur la petite valve, très rarement quatre, est peu marqué sur chaque valve, mais il correspond à un relèvement très prononcé de la commissure frontale.

Cette forme est très voisine de la *Rh. minuta*, espèce créée par Buvignier pour une Rhynchonelle de l'Oxfordien supérieur de l'Est (1843, *Ter. minuta*. Buv., *Mém. de la Soc. phil. de Verdun*, t. III, p. 12 Pl. V, fig. 4, 5, 6) ; nous n'avons pu vérifier le texte et les figures de Buvignier, mais nous supposons que son espèce doit être celle que l'on rencontre au même niveau, dans l'oolithe ferrugineuse à *Am. cordatus* de la Bourgogne et dont notre confrère M. Marion nous a donné une série d'échantillons que nous avons pu comparer aux nôtres. Cette dernière espèce est différente de la *Rh. minuta* décrite

par M. Deslonchamps (Mém. sur les Brachiopodes du Kelloway-Rock, 1859, p. 50, Pl. V, fig. 19, 25, 27) espèce du Callovien, c'est-à-dire d'un niveau sensiblement inférieur à celui de l'espèce de Buvignier.

Notre rhynchonelle diffère de celle de Daix, près Dijon, par sa forme plus globuleuse et plus allongée, sa petite valve plus renflée, son crochet beaucoup plus fort et plus robuste ; les échantillons de Daix ont rarement leurs plis dichotomés tandis que ce caractère existe sur tous nos échantillons.

Rh. Marioni appartient à un groupe d'espèces de petite taille présentant entre elles beaucoup de ressemblances : les représentants les plus anciens que nous en connaissons, appartiennent au Lias supérieur du Berry et de Thouars (couches à *R. cynocephala*); dans le Bajocien, nous avons la *Rh. parvula* de Waagen ; dans le Bathonien supérieur, nous ne connaissons pas de formes de ce groupe ; dans le Callovien, c'est la *Rh. minuta* de M. Deslongchamps et dans l'Oxfordien, la *Rh. minuta,* Buvignier.

Rh. Marioni est excessivement rare dans les marnes à spongiaires (Zone de l'*Am. canaliculatus*). Nous l'avons trouvée dans les calcaires à chailles, du Blanc (Indre) et dans le Corallien d'Ecommoy, où elle est assez commune.

EXPLICATION DES FIGURES

Fig. 6. Echantillon type de *Rh. Marioni* du calcaire marneux oolithique d'Ecommoy (Sarthe), (de ma collection).

Nous mentionnerons enfin, pour mémoire, sans entrer dans d'autres détails :

Rhynchonella arolica, Opp.
Rhynchonella striocincta, Quenst.
Rhynchonella triloboides, Quenst.
Terebratella orbis, Quenst.
Terebratella loricata, Schlot.
Megerlea pectunculus, Schlot.

qui se trouvent dans les marnes à spongiaires de Venesmes vers leur partie moyenne, encore au niveau de *Am. canaliculatus*.

Au-dessus des marnes à spongiaires se trouvent des calcaires lithographiques dont les bancs inférieurs renferment encore quelques spongiaires ; *Am. Marantianus* et diverses autres petites formes du groupe des *flexuosi* se trouvent dans ces calcaires.

Ceux de la base sont un peu marneux et ont été exploités pour faire de la chaux hydraulique, circonstance pétrographique tout à fait analogue à celle que l'on observe dans l'est de la France.

Si nous suivons vers l'ouest le prolongement des couches que

nous venons d'observer à Venesmes, nous verrons leurs facies se modifier graduellement. Au sud de Châteauroux, les calcaires lithographiques de la base se transforment en calcaires finement grenus, puis en calcaires crayeux complètement identiques à ceux que MM. Douvillé et Rolland nous ont fait connaître dans la vallée de la Creuse, en aval du Blanc (1), où ils renferment des *Diceras* et de nombreux échinides (tests et radioles).

A leur base se montrent des bancs de silex avec une faune d'échinides assez abondante et complètement identique à celle des calcaires à chailles de Druyes, et avec les brachiopodes ordinaires de ce niveau.

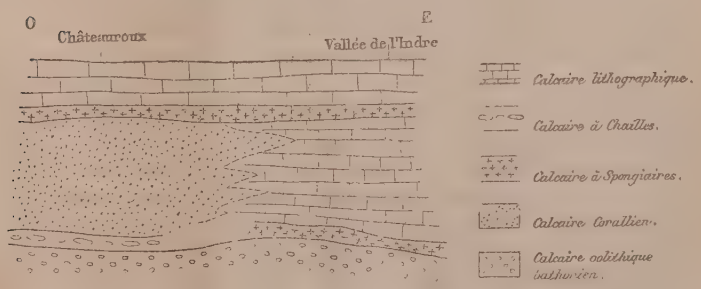
A la partie supérieure des calcaires coralliens qui se développent au sud de Châteauroux, on retrouve un niveau à spongiaires, peu riche, il est vrai, mais dans lequel la présence de *Am. Marantianus*, *Am. tricristatus*, etc., permet de conclure que les calcaires lithographiques, situés immédiatement au-dessus du Corallien, appartiennent encore à la zone du deuxième niveau de spongiaires.

Nous pouvons donc mettre en présence les deux coupes suivantes :

SUD DE CHATEAUROUX	VALLÉE DE L'INDRE
Calcaires lithographiques.	Calcaires lithographiques.
Spongiaires à *Am. Marantianus*.	Spongiaires à *Am. Marantianus*.
Calcaires lithographiques.	
Spongiaires à *Am. Marantianus*.	Calcaire corallien.
Spongiaires à *Am. canaliculatus*.	Calcaire à chailles.
Lacune.	Lacune.
Calcaire bathonien.	Calcaire bathonien.

Le diagramme des couches peut être exprimé par le croquis suivant qui, à volonté, représentera une coupe parallèle aux affleurements, ou un plan des affleurements.

Fig. 1.



(1) Note sur la partie moyenne du terrain jurassique entre Poitiers et Le Blanc par MM. Douvillé et Rolland. *Bull. Soc. Géol. de France*, 3e série, t. III, p. 324.

Or, la comparaison des coupes précédentes conduit nécessairement à cette conclusion que le calcaire corallien de l'Indre est l'équivalent du calcaire lithographique compris entre les deux niveaux à spongiaires de la vallée de l'Indre, et que le calcaire à chailles est l'équivalent des bancs à spongiaires.

Cette déduction est encore confirmée par l'étude du terrain au sud des affleurements des marnes à spongiaires, c'est-à-dire dans le sens de leur amont-pendage ; en effet, à quelques kilomètres au sud des affleurements actuels des marnes à spongiaires, on trouve, à la surface du sol, sur le plateau formé par le calcaire bathonien, des blocs de silex renfermant la faune des calcaires à chailles; ils y sont très nombreux et, sur certains points élevés, ils sont en masses continues, d'une certaine étendue, qui semblent former des couches en place ou tout au moins descendues en masse par suite d'affaissements; nous citerons comme particulièrement instructifs à cet égard les environs de la Preugne (feuille de Châteauroux, n° 133, point à $2^{k}5$ au sud de Sassierges).

On peut donc considérer le diagramme ci-dessus comme une coupe faite perpendiculairement à la direction des couches et, dans le tableau qui l'accompagne, la coupe des terrains dans la vallée de l'Indre donne la coupe du facies pélagique des couches, tandis que celle faite au sud de Châteauroux donne la coupe du facies littoral.

On voit par là que *les calcaires à chailles ne sont qu'un facies littoral des marnes à spongiaires*, et par suite que le *calcaire corallien a, comme facies pélagique, le calcaire lithographique.*

Les marnes à spongiaires sont donc un dépôt d'eau plus ou moins profonde : mais que doit-on entendre par là ?

M. Zittel a montré qu'un certain nombre de spongiaires de l'Argovien appartiennent à l'ordre des *Hexactinellides*, dont les représentants actuels vivent entre 500 et 4000 pieds ; il pense qu'il en était de même pour les bancs des diverses périodes géologiques.

Cette conclusion est difficile à accepter dans toute sa rigueur et il me semble impossible d'admettre que nos bancs à spongiaires se soient formés sous une aussi grande épaisseur d'eau. En effet, à Châtillon-sur-Seine, par exemple, nous voyons l'oolithe ferrugineuse oxfordienne perdre peu à peu ses oolithes et passer graduellement et très rapidement aux marnes à spongiaires. Il n'est pas douteux que les dépôts si fossilifères de Châtillon, ne soient comme la plupart des oolithes ferrugineuses, des dépôts littoraux formés sous une très faible épaisseur d'eau et il faudrait donc supposer qu'en ce point il y a eu un abaissement rapide de la côte d'au moins 100 à 200 mètres ce qui semble peu probable.

De même dans la vallée de l'Indre, en marchant des affleurements actuels des marnes à spongiaires dans la direction des anciens rivages, on rencontre à 1 kilomètre de distance seulement les calcaires à chailles qui en sont une modification latérale ; ceux-ci sont évidemment des dépôts cotiers et, à une si faible distance, la profondeur n'a pu varier d'une manière considérable. On doit donc conclure de ces faits que les marnes à spongiaires se sont déposées sous une profondeur d'eau assez faible, au-dessous évidemment du niveau des eaux agitées, dans des conditions de calme nécessaires pour le développement des grands spongiaires étalés, c'est-à-dire peut-être sous 50 ou 60 mètres d'eau ; il paraît difficile d'admettre que la profondeur ait pu être considérablement supérieure à ces chiffres.

EXPLICATION DE LA PLANCHE XXXVIII.

Fig. 1 et 2. *Terebratula* (*Glossothyris*) *nucleata*, Ziet. Echantillons provenant du Pigeonnier-Beausset, près Ginasservis (Var), couches à *Am. Toucasi*, *Am. canaliculatus*, etc. Coll. de Grossouvre.

Fig. 3 et 4. *Terebratula* (*Glossothyris*) *Douvillei*, nov. sp. Echantillons types de Villemongin (Indre) dans les marnes à spongiaires à *Am. canaliculatus*. Coll. de Grossouvre.

Fig. 5. Variété dans laquelle la petite valve est fortement excavée dans la région du sinus frontal, de Poutor, près Rouillé (Vienne) dans les marnes à spongiaires à *Am. canaliculatus*. Collection de Grossouvre.

Fig. 6. *Rhynchonella Marioni*, nov. sp. Echantillon type du calcaire marneux oolithique d'Ecommoy (Sarthe). Coll. de Grossouvre.

Fig. 7. *Terebratula* (*Glossothyris*) *nucleata*, Ziet. Reproduction de la figure de Zieten, montrant la petite dépression médiane vers le front de la grande valve.

Compte rendu de la visite des **tranchées** *du chemin de fer de Bourges à Montluçon*, **près la station de Lunery**,

par M. **de Grossouvre**.

Dans l'après-midi, MM. Collot, Dumas et de Grossouvre se sont rendus à Lunery pour étudier dans les tranchées du chemin de fer de Bourges à Montluçon les phénomènes de métaphormisme présentés par le calcaire jurassique au voisinage des gisements de minerai de fer en grains. Ces derniers appartenant au terrain sidérolithique, forment des poches irrégulières au milieu du calcaire secondaire et sont recouverts par le calcaire lacustre oligocène.

Les tranchées de Chanteloup situées immédiatement après la gare de Lunery, sur la rive droite du Cher, entament le calcaire lacustre

et recoupent les calcaires jurassiques et les poches de minerai de fer.

Le calcaire jurassique à l'état normal est en petits bancs découpés très régulièrement en parallélipipèdes, par deux systèmes de cassures exactement perpendiculaires et dont les plus nettes ont la direction nord-sud (exactement N. 12° O.) : la pierre est blanche, compacte, à grain très fin, se rapproche assez du *calcaire lithographique*, et c'est sous cette dénomination qu'on la désigne d'ordinaire; c'est elle qui constitue le sous-sol géologique des grandes plaines de la Champagne du Berry.

Au voisinage immédiat des gisements de minerai, on observe un calcaire bien différent du précédent ; il est massif, ne présente plus de stratification, et n'est plus coupé par des joints verticaux ; sa texture est aussi complètement différente; il est grenu, saccharoïde, et en s'éloignant des poches de minerai, on y voit apparaître des nodules plus ou moins arrondis de calcaire lithographique. Celui-ci est encore bien reconnaissable, quoiqu'il offre des différences marquées avec le calcaire lithographique franc ; son grain est plus serré, sa cassure est plus conchoïde, en un mot, il constitue ce que l'on appelle d'ordinaire une *pierre vive;* sous le choc, ces nodules se brisent en éclats conchoïdes, comme les silex de la craie fraîchement extraits. Ce ne sont pas des galets, comme pourrait le faire supposer leur forme arrondie, car leur surface est rugueuse et hérissée d'aspérités. Ils ne sont pas non plus disposés au hasard au milieu de la roche saccharoïde, car en examinant avec attention la coupe de la tranchée, on voit leur nombre augmenter rapidement au fur et à mesure que l'on s'éloigne de la poche et on observe en même temps qu'ils se coordonnent par séries horizontales et verticales, de manière à reproduire la disposition des bancs jurassiques avec lesquels ils se raccordent graduellement par l'augmentation de leurs dimensions et de leur nombre; en dernier lieu, on ne voit plus que les bancs réguliers du calcaire jurassique, dont les joints horizontaux et verticaux ont été légèrement agrandis et sont remplis par un ciment de calcaire saccharoïde. Tout se passe donc comme si, au voisinage du gisement, des eaux douées d'une activité chimique spéciale avaient circulé dans les joints du calcaire jurassique, les avaient agrandis en corrodant plus ou moins les moellons ainsi découpés et avaient déposé dans les fentes agrandies un ciment de calcaire saccharoïde. Au voisinage des gisements l'action a été plus énergique et d'ordinaire les noyaux jurassiques ont complètement disparu ou sont rares ; ils augmentent à mesure que l'on s'éloigne de la poche et la roche saccharoïde avec ses noyaux jurassiques passe peu à peu aux bancs nettement stratifiés du calcaire jurassique.

Les diaclases qui découpent en moellons de forme parallélipipédique les bancs jurassiques se rattachent par leur direction à la faille de Sancerre, dont le mouvement principal paraît avoir eu lieu vers la fin de l'Eocène ; c'est suivant cette même direction que se coordonnent les gisements de minerai de fer en grains dans leurs groupements d'ensemble aussi bien que dans le détail de leur allure.

Nous avons donc là un exemple bien net de failles et de joints congénères rappelant les dispositions obtenues par M. Daubrée dans ses remarquables expériences de cassures par torsion (Géologie expérimentale, 2e Sect., Chap. II).

TABLE GÉNÉRALE DES ARTICLES

CONTENUS DANS CE VOLUME

MARGERIE (DE). — L'Œuvre du Congrès géologique international, par M. G. K. Gilbert. (Résumé par —) 2
— — Présentation d'ouvrage. 7
CAREZ. — Présentation d'ouvrage 8
PORTE. — Note sur les gisements de charbon de la Nouvelle-Calédonie. 9
GAUDRY. — Lettre de M. Capellini sur l'Ours de Cassana 21
STUART-MENTEATH. — Note sur la constitution géologique des Pyrénées 22
BERTRAND. — Observations 52
STUART-MENTEATH. — Observations 53
SEUNES. — Note sur la Géologie des Pyrénées occidentales. 54
KILIAN et LÉENHARDT. — Note sur le Crétacé inférieur du Sud-Est. . 54
GIRARDOT. — Note sur les Coralligènes jurassiques supérieurs au Rauracien, dans le Jura du Doubs. 56
STANISLAS-MEUNIER. — Contribution à la Géologie de l'Afrique occidentale (Pl. I) 61
TARDY. — Nouvelles observations sur la Bresse. 63
ROUVILLE (DE). — Formations paléozoïques de la région de Cabrières, par le Dr Frech, de Berlin. 65
STEFANI (DE). — Excursion dans les Alpes-Maritimes, près de Savone. 68
COSSMANN. — Présentation d'ouvrage. 73
BOURY (DE). — Présentation d'ouvrages 74
DAUBRÉE. — Eaux souterraines à l'époque actuelle et aux époques anciennes. 75
BERTRAND. — Notes et additions sur le Pli du Beausset. 79
LAUNAY (DE). — Note sur les Porphyrites de l'Allier. 84
MICHEL-LÉVY. — Origine des terrains cristallins primitifs 102
FOURNIER. — Etude géologique du détroit Poitevin 113
LAPPARENT (DE). — Mode de formation des Vosges 181
STUART-MENTEATH. — Sur la carte géologique des Basses-Pyrénées . 184
CAREZ. — Observations. 185
GAUDRY. — Présentation d'ouvrage 186
ROLLAND. — Geologie de la région du lac Kelbia et du littoral de la Tunisie centrale 187

BERGERON. — Note sur les terrains primitif, archéen, cambrien et silurien du versant méridional de la Montagne-Noire. 210
CAREZ. — Observations. 214
ROUVILLE (DE). — Note. 214
BERGERON. — Observations 215
VIGUIER. — Présentation d'ouvrage. 216
MICHEZ-LÉVY. — Note sur les roches éruptives et cristallines des montagnes du Lyonnais 216
LEMOINE. — Communication 229
SACCO (Frédéric). — Sur l'origine du lœss en Piémont 229
GAUDRY. — Communication. 243
DOUVILLÉ. — Présentation d'ouvrage. 245
DAUBRÉE. — Idem. 245
BIOCHE. — Communication du projet de budget de 1887-1888. . . . 245
ROUVILLE (DE). — Note 246
LACVIVIER (DE). — Terrains crétacés de l'Ariège et de l'Aude . . . 246
MIEG. — Note sur un sondage exécuté à Dornach 256
— — Notice bibliographique sur le Guide du géologue en Lorraine, par le Dr Bleicher. 265
CAREZ. — Présentation d'ouvrage 268
RICHE. — Note sur la constitution géologique du Plateau lyonnais. . 268
BERGERON. — Note sur la présence de la faune primordiale dans les environs de Ferrals-les-Montagnes (Hérault). . . . 282
LAPPARENT (DE). — Note sur les reliefs de l'écorce terrestre, d'après M. John Murray. 286
GROSSOUVRE (DE). — Observations sur l'origine du terrain sidérolithique. Analogies avec certains dépôts triasiques . . . 287
LAUNAY (DE). — Etude sur le terrain permien de l'Allier (Pl. II). . . 298
GROSSOUVRE (DE). — Observations 336
ROUSSEL. — Réponse à MM. Viguier et de Lacvivier 337
DEPÉRET. — Observations sur la note posthume de Fontannes sur les terrains traversés par le tunnel de Collonges. 339
BOULE. — Note sur le bassin tertiaire de Malzieu (Lozère) 341
AUGÉ. — Note sur la Bauxite 345
ROUVILLE (DE). — Note sur le Permien de l'Hérault 350
FERRAND DE MISSOL. — Rapport de la commission de comptabilité. . 358
HÉBERT. — Présentation d'ouvrage 362
GAUDRY. — Présentation d'ouvrage. 365
GROSSOUVRE (DE). — Etude sur l'étage bathonien (Pl. III-IV) 366
ZEILLER. — Note sur les végétaux fossiles des calcaires d'eau douce subordonnés aux lignites de Simeyrols. 401
SCHLUMBERGER. — Note sur les Foraminifères fossiles de la province d'Angola. 402
ZEILLER. — Présentation d'ouvrage 405
LOTTI. — Sur les roches métamorphosées pendant les âges tertiaires dans l'Italie centrale. 406

ROLLAND. — Présentation d'ouvrage 410
STUART-MENTEATH. — Sur le terrain dévonien des Pyrénées occidentales 410
BIGOT. — Observations géologiques sur les Iles Anglo-Normandes . . 412
— — *Homalonotus* des grès siluriens de Normandie (Pl. V, VI, VII). 419
BERTRAND. — Observations 435
KILIAN. — Note sur quelques espèces nouvelles ou peu connues du Crétacé inférieur 435
SCHLUMBERGER. — Note sur les Holothuridées du Calcaire grossier . 437
POMEL. — Notes d'Echinologie synonymique 441
GAUDRY. — Allocution présidentielle 454
SCHLUMBERGER. — Notice nécrologique sur M. Terquem 459
ŒHLERT. — Notice nécrologique sur M. de Koninck 466
BRIART. — Notice nécrologique sur M. Cornet 477
PÉRON. — Présentation d'ouvrage 482
HÉBERT. — Remarques sur la zone à *Belemnitella plena* 482
GAUDRY. — Présentation d'ouvrages 491
LE VERRIER. — Note sur les causes des mouvements orogéniques. . 493
CAREZ. — Note sur le terrain crétacé de la vallée du Rhône, et spécialement des environs de Martigues (Bouches-du-Rhône) (Pl. VIII) 504
MARTEL. — Sur la formation géologique de Montpellier-le-Vieux . . 509
LEBESCONTE. — La théorie qui considère les *Cruziana* comme des contre-moulages de pistes d'animaux ne peut plus exister 512
GAUDRY. — Présentation d'ouvrage 514
MARGERIE (DE). — Présentation d'ouvrage 515
BERTRAND. — Observations 515
BERGERON. — Réponse à M. Frech 515
REY-LESCURE. — Présentation d'ouvrage 516
DOUVILLÉ. — Sur la faune des calcaires à Fusulines de la vallée de Sosio, par M. Gemellaro 516
BERTRAND. — Sur les bassins houillers du Plateau central de la France 517
MUNIER-CHALMAS. — Observations 528
GAUDRY. — Observations 528
FAUROT. — Sur les sédiments quaternaires de l'île de Kamarane et du golfe de Tadjoura (Pl. IX, X). 528
CH. BRONGNIART. — Sur un nouveau poisson fossile du terrain houiller de Commentry (Allier), *Pleuracanthus Gaudryi*. 546
PARRAN. — Présentation d'ouvrage 550
GAUDRY. — Présentation d'ouvrage 551
COTTEAU. — Echinides tertiaires de la province d'Alicante 551
ZEILLER. — Flore fossile du bassin houiller de Valenciennes. 552
DEPÉRET. — Note sur l'existence d'un horizon à faune saumâtre dans l'étage turonien supérieur de la Provence. 559

BERTRAND. — Sur la distribution géographique des roches éruptives en Europe (Conférence). 573
TERMIER. — Note sur trois roches éruptives interstratifiées dans le terrain houiller du Gard 617
SAUVAGE. — Sur les reptiles trouvés dans le Portlandien supérieur de Boulogne-sur-Mer (Pl. XI, XII). 623
POTIER ET VASSEUR. — Sur l'âge des sables du Périgord 632
ŒHLERT. — Note sur quelques Pelécypodes dévoniens (Pl. XIII-XVI) . 633
KILIAN. — Sur quelques fossiles du Crétacé inférieur de la Provence (Pl. XVII-XXI). 663
MOUSSAYE (DE LA). — Observations 692
MARGERIE (DE). — Observations sur les découvertes de M. Tôrnebohm. 692
ZEILLER. — Sur la présence, dans le Grès bigarré des Vosges, de l'*Acrostichides rhombifolius*. 693
DOUVILLÉ. — Etudes sur les Rudistes (Pl. XXII, XXV). 699
HÉBERT. — Le terrain crétacé des Pyrénées 731
BERTRAND. — Nouvelles études sur la chaîne de la Sainte-Beaume. Allure sinueuse des plis de la Provence (Pl. XXVI, XXVII). 748
SEUNES. — Note sur le Crétacé supérieur des Pyrénées occidentales. 779
— Echinides crétacés des Pyrénées occidentales (Pl. XXVIII-XXXI). 791
CHAPER. — Note sur les prétendus combustibles du territoire d'Obokh. 816
MUNIER-CHALMAS. — Note sur les Rudistes 819
ROUSSEL. — Sur l'âge des calcaires cristallins des Pyrénées 820
— Nouvelles observations sur les terrains primaires et les terrains secondaires des Pyrénées 829
ROLLAND. — Note sur la géologie du Djebel Zaghouan (Tunisie) . . . 847
ROUVILLE (DE). — Note sur la région paléozoïque orientale de l'Hérault au point de vue de la faune première. 848
JACQUOT. — Note sur le gisement et la composition du système triasique dans la région pyrénéenne 850
WELSCH. — Sur les éboulis quaternaires à *Helix* des environs d'Alger. 877
— — Le terrain pliocène de la vallée de l'Oued-Nador 881
TOUCAS. — Note sur le Jurassique supérieur et le Crétacé inférieur de la vallée du Rhône. 903
WALLERANT. — Des sphérolithes des roches siliceuses et de leur mode de formation. 927
BERGERON. — Réponse au Dr Frech, de Halle 933
RAULIN. — Histoire des cartes géologiques 947
FAYOL. — Resumé de la théorie des deltas et histoire de la formation du bassin de Commentry (Pl. XXXII). 968
MALLARD. — Observations. 979
FAYOL. — Observations. 979
BERTRAND. — Observations 979
FAYOL. — Compte rendu de l'excursion dans la tranchée de Saint-Edmond (Pl. XXXIII). 980

FAYOL. — Compte rendu de l'excursion aux tranchées de Forêt, des Chavais, de l'Espérance et de Longeroux, à Hyds et à Colombier (Pl. XXXIV et Pl. XXXV). 984
BUSQUET. — Note sur les phénomènes de sédimentation observés dans le delta houiller de Decize (Pl. XXXVI) 1005
NOUGARÈDE. — Formation houillère d'Epinac. 1011
FAYOL. — Compte rendu de l'excursion à la tranchée des Goutilloux, à Bazergue, à la tranchée du Pré Gigot et au bassin houiller de Pérassier. 1018
RENEVIER. — Observations 1023
FAYOL. — Observations. 1024
— Compte rendu de l'excursion à Montvicq, Tizon et Bézenet. 1026
RAYMOND. — Remarques sur le bassin houiller de Montchaniu (Saône-et-Loire) 1029
DELAFOND. — Observations. 1029
BERGERON. — Note sur les bassins houillers de Graissessac et de Decazeville. 1032
LAUNAY (DE). — La dislocation du terrain primitif dans le nord du Plateau central (Pl. XXXVII) 1045
— — Note sur les gisements de kaolin de la forêt des Colettes (Allier). 1065
— — Compte rendu de l'excursion au bassin de Menat et à Châteauneuf 1072
— — Note sur le terrain anthracifère du Puy-de-Dôme. (Tufs porphyriques du Culm). 1077
— — Compte rendu de l'excursion de Châteauneuf à Manzat, au gour de Tazenat, à Enval et à Riom 1087
— — Compte rendu de l'excursion de Moulins à Souvigny, Noyant, Meillers, Autry-Issards et Bourbon-l'Archambault. 1093
GROSSOUVRE (DE). — Compte rendu de l'excursion aux environs de Saint-Amand. 1099
— — Compte rendu de l'excursion à la côte de Meillant et aux Cottards. 1103
COLLOT. — Note sur des phénomènes de dissolution observés près de la Roche 1106
GROSSOUVRE (DE). — Compte rendu de l'excursion de Saint-Amand à Châteauneuf-sur-Cher (Pl. XXXVIII). . . . 1108
— — Compte rendu de la visite des tranchées du chemin de fer de Bourges à Montluçon, près la station de Lunery. 1125

FIN DE LA TABLE GÉNÉRALE DES ARTICLES

BULLETIN

DE LA

SOCIÉTÉ GÉOLOGIQUE DE FRANCE

TABLE

DES MATIÈRES ET DES AUTEURS

POUR LE SEIZIÈME VOLUME

(TROISIÈME SÉRIE)

Année 1887-1888

A

Acrostichides rhombifolius. Sur la présence dans le Grès bigarré des Vosges de l' —, par M. Zeiller, 693.

Afrique. Contribution à la géologie de l' — occidentale, par M. Stanislas Meunier (Pl. I), 61.

Alicante. Echinides tertiaires de la province d' —, par M. Cotteau, 551.

Allier. Note sur les Porphyrites de l' —, par M. de Launay, 84. = Etude sur le terrain permien de l'—, par M. de Launay, 298. = Examen des divers étages du terrain permien de l' —, par M. de Launay, 1093.

Alpes-Maritimes. Excursion dans les —, près de Savone, par M. de Stefani, 68.

Anglo-Normandes (îles). Observations géologiques sur les Iles —, par M. Bigot, 412.

Angola. Note sur les Foraminifères fossiles de la province d' —, par M. Schlumberger, 402.

Anthracifère. Note sur le terrain — du Puy-de-Dôme (Tufs porphyriques du Culm), par M. de Launay, 1077.

Archéen. Note sur les terrains primitif, —, cambrien et silurien du versant méridional de la Montagne-Noire, par M. Bergeron, 210.

Ariége. Terrains crétacés de l' — et de l'Aude, par M. de Lacvivier, 246.

Aude. Terrains crétacés de l'Ariège et de l'—, par M. de Lacvivier, 246.

AUGÉ. Note sur la Bauxite, 345.

Autun. Observations sur le bassin houiller d'—, par M. Delafond, 1029.

B

Bathonien. Etudes sur l'étage —, par M. de Grossouvre (Pl. III-IV), 366.

Bauxite. Note sur la —, par M. Augé, 345.

Beausset. Notes et additions sur le pli du —, par M. Bertrand, 79.

Belemnitella. Remarques sur la zone à — *plena*, par M. Hébert, 485.

BERGERON. Note sur les terrains primitif, archéen, cambrien et silurien du versant méridional de la Montagne-Noire, 210. = Observations. 215. = Note sur la présence de la faune primordiale dans les environs de Ferrals-les-Montagnes (Hérault), 282 = Réponse à M. Frech, 5 5, 935. = Note sur les bassins houillers de Graissessac et de Decazeville, 1033.

BERTRAND (M.). Observations, 52, 435, 515, 528. = Notes et additions sur le pli du Beausset, 79. = Sur les bassins houillers du Plateau central de la France, 517. = Sur la distribution géographique des roches éruptives, en Europe, 573. = Nouvelles études sur la chaîne de la Sainte-Beaume. Allure sinueuse des plis de la Provence (Pl. XXVI-XXVII), 748.

BIGOT. Observations géologiques sur les Iles Anglo-Normandes, 412. = Note sur les *Homalonotus* des grès siluriens de Normandie (Pl. V-VII), 419.

BIOCHE. Communication du projet de budget pour 1887-1888, 245

Blanzy. Observations sur le bassin houiller de — et du Creusot, par M. Delafond, 1029.

BOULE. Note sur le bassin tertiaire de Malzieu (Lozère), 341. = Présentation d'ouvrage, 491.

BOURY (DE). Présentation d'ouvrage, 74.

Bresse. Nouvelles observations sur la —, par M. Tardy. 63.

BRIART. Notice nécrologique sur M. Cornet, 477.

BRONGNIART (CH.). — Sur un nouveau poisson fossile du terrain houiller de Commentry (Allier). *Pleuracanthus Gaudryi*. 546.

BUSQUET. Note sur les phénomènes de sedimentation observés dans le delta houiller de Decize (Pl. XXXVI), 1005.

C

Cabrières. Les formations paléozoïques de la région de —, par le Dr Frech, de Berlin, communication de M. de Rouville, 64.

Calcaire grossier. Note sur les Holothuridées du —, par M. Schlumberger, 437.

Cambrien. Note sur les terrains primitif, archéen, — et silurien du versant méridional de la Montagne-Noire, par M. Bergeron, 210.

Caprines. Études sur les —, par M. Douvillé (Pl. XXII XXV), 699.

CAREZ. Présentation d'ouvrage, 8, 214, 268. = Observations, 185. = Note sur le terrain crétacé de la vallée du Rhône et spécialement des environs de Martigues (Bouches-du-Rhône) (Pl. VIII), 504.

CHAPER. Note sur les prétendus combustibles minéraux du territoire d'Obokh, 816.

Colettes. Notes sur les gisements de kaolin de la forêt des — (Allier), par M. de Launay. 1065.

Collonges. Observations sur la note posthume de Fontannes sur les terrains traversés par le tunnel de —, par M. Depéret, 339.

COLLOT. Note sur les phénomènes de dissolution observés près de la Roche, 1106.

Colombier. Compte rendu de l'excursion à —, par M. Fayol, 984.

Commentry. Histoire de la formation du bassin de —, par M. Fayol, 968. = Comptes rendus de deux excursions dans les diverses tranchées du bassin de —, par M. Fayol, 980, 984. 1018.

Coralligènes. Note sur les — jurassiques supérieurs au Rauracien, dans le Jura du Doubs, par M. Girardot, 56.

COSSMANN. Présentation d'ouvrage, 73.

COTTEAU. Echinides tertiaires de la province d'Alicante, 551.

Crétacé. Terrains — de l'Ariège, par M. de Lacvivier, 246. = Notes sur quelques espèces nouvelles ou peu connues du — inférieur, par M. Kilian, 435. = Note sur les terrains crétacés de la vallée du Rhône et spécialement des environs de Martigues, par M. Carez (Pl. VIII), 504. = Sur quelques fossiles du — inférieur de la Provence, par M. Kilian (Pl. XVII-XXI), 663. = Le terrain — des Pyrénées, par M. Hébert, 731. = Note sur le — supé-

rieur des Pyrénées occidentales, par M. Seunes, 779. = Echinides — des Pyrénées occidentales, par M. Seunes (Pl. XXVIII-XXXI), 791. = Note sur le Jurassique supérieur et le — inférieur de la vallée du Rhône, par M. Toucas, 903.

Creusot. Observations sur le bassin houiller de Blanzy et du —, par M. Delafond, 1029.

Cruziana. — La théorie qui considère les — comme des contre-moulages de pistes d'animaux ne peut plus exister, par M. Lebesconte, 512.

D

DAUBRÉE. Eaux souterraines à l'époque actuelle et aux époques anciennes, 75. = Présentation d'ouvrage, 245.

Decazeville. Note sur les bassins houillers de Graissessac et de —, par M. Bergeron, 1033.

Decize. Note sur les phénomènes de sédimentation observés dans le delta houiller de —, par M. Busquet (Pl. XXXVI), 1005.

DELAFOND. Observations sur les bassins houillers d'Autun, de Blanzy et du Creusot, 1029.

DEPÉRET. Observations sur la note posthume de Fontannes sur les terrains traversés par le tunnel de Collonges, 339. = Note sur l'existence d'un horizon à faune saumâtre dans l'étage turonien supérieur de la Provence, 559.

Dévonien. Sur le terrain dévonien des Pyrénées occidentales, par M. Stuart-Menteath, 410. = Note sur quelques Pélécypodes du —, par M. Œhlert (Pl. XIII-XVI), 633.

Djebel-Zaghouan. Note sur la géologie du —, par M. Roland, 847.

Dornach. Note sur un sondage exécuté à —, par M. Mathieu Mieg, 256.

Doubs. Note sur les coralligènes jurassiques supérieurs au Rauracien dans le Jura du —, par M. Girardot, 56.

DOUVILLÉ. Présentation d'ouvrage, 245, = Sur la faune des calcaires à *Fusulines* de la vallée du Sosio, par M. Gemellaro, 516. = Etude sur les Caprines (Pl. XXII-XXV), 699.

E

Eaux. Eaux souterraines à l'époque actuelle et aux époques anciennes, par M. Daubrée, 75.

Echinides. Sur les — tertiaires de la province d'Alicante, par M. Cotteau, 551. = Echinides crétacés des Pyrénées occidentales, par M. Seunes (Pl. XXVIII-XXXI), 791.

Echinologie. Notes d'— synonymique, par M. Pomel, 441.

Epinac. Formation houillère d'—, par M. Nougarède, 1011.

Enval. Compte rendu de l'excursion à —, par M. de Launay, 1087.

F

FAUROT. Sur les sédiments quaternaires de l'île de Kamarane et du golfe de Tadjoura (Pl. IX-X), 528.

FAYOL. Résumé de la théorie des deltas et histoire de la formation du bassin de Commentry, 968 = Observations, 979. = Compte rendu de l'excursion aux tranchées de Forêt, des Chavais, de l'Espérance et de Longeroux, à Hyds et à Colombier, 984. = Compte rendu de l'excursion à la tranchée des Goutilloux, à Bezergue, à la tranchée de Pré Gigot et au bassin houiller de Pérassier, 1018. = Compte rendu de l'excursion à Montvicq, Tizon et Bézenet, 1026.

Foraminifères. Note sur les — fossiles de la province d'Angola, par M. Schlumberger, 402.

FOURNIER. Etude géologique du détroit poitevin, 113.

Fusulines. Sur la faune des calcaires à —, de la vallée de Sosio, par M. Gemellaro, 516.

G

GAUDRY. Lettre de M. Capellini sur l'ours de Cassana, 21. = Présentation d'ouvrage, 186, 365, 491, 514, 551. = Communication, 243. = Allocution présidentielle, 454. = Observations, 528.
GIRARDOT. Note sur les Coralligènes jurassiques supérieurs au Rauracien dans le Jura du Doubs, 56.
Graissessac. Note sur les bassins houillers de — et de Decazeville, par M. Bergeron, 1033.
GROSSOUVRE (de). Observations sur l'origine du terrain sidérolithique. Analogies avec certains dépôts triasiques, 287. = Observations, 336. = Etudes sur l'étage bathonien (Pl. III-IV), 366. = Compte rendu de l'excursion à la côte de Meillant et aux Cottards, 1103. = Compte rendu de l'excursion de Saint-Amand à Chateauneuf-sur-Cher, 1108. = Compte rendu de la visite des tranchées du chemin de fer de Bourges à Montluçon, 1125.

H

HÉBERT. Présentation d'ouvrage, 362. = Remarques sur la zone à *Belemnitella plena*, 485. = Le terrain crétacé des Pyrénées, 731.
Hérault. Sur le Permien de l'—, par M. de Rouville, 350. = Note sur la région paléozoïque orientale de l'— au point de vue de la faune première, par M. de Rouville, 848.
Holothuridées. Note sur les — du Calcaire grossier, par M. Schlumberger, 437.
Homalonotus. Note sur les — des grès siluriens de Normandie, par M. Bigot (Pl. V-VII), 419.
Houiller. Sur les bassins — du Plateau central de la France, par M. Bertrand, 517. = Flore fossile du bassin — de Valenciennes, par M. Zeiller, 552. = Note sur trois roches éruptives interstratifiées dans le terrain — du Gard, par M. Termier, 617.
Hyds. Compte rendu de l'excursion à —, par M. Fayol, 984.

I

Italie. Sur les roches métamorphosées pendant les âges tertiaires dans l'Italie centrale, par M. Lotti, 406.

J

JACQUOT. Sur le gisement et la composition du système triasique dans la région pyrénéenne, 850.
Jurassique. Note sur les coralligènes — supérieurs au Raucacien dans le Jura du Doubs, par M. Girardot, 56. = Note sur le — supérieur et le Crétacé inférieur de la vallée du Rhône, par M. Toucas, 903.

K

Kamarane (île de). Sur les éléments quaternaires de — et du golfe de Tadjoura, par M. Faurot (Pl. IX-X), 528.
Kelbia (lac). Géologie du — et du littoral de la Tunisie centrale, par M. Rolland, 187.
KILIAN. Note sur le Crétacé inférieur du Sud-Est, par MM. Kilian et Leenhardt, 54. = Notes sur quelques espèces nouvelles ou peu connues du Crétacé inférieur, 435. = Sur quelques fossiles du Crétacé inférieur de la Provence (Pl. XVII-XXI), 663.

L

LACVIVIER (de). Terrains crétacés de l'Ariège et de l'Aude, 246.
LAPPARENT (de). Mode de formation des Vosges, 181. = Note sur les reliefs de l'écorce terrestre, d'après John Murray, 286.
LAUNAY (de). Note sur les Porphyrites de l'Allier, 84. = Etude sur le terrain permien de l'Allier (Pl. II), 298. = La dislocation du terrain primitif dans le Nord du Plateau central, 1045. = Compte rendu de l'excursion de Louroux de Bouble aux gisements de kaolin des Colettes, à Menat et à Châteauneuf, 1064. = Note sur terrain anthracifère du Puy-de-Dôme, 1077. = Compte rendu de l'excursion de Châteauneuf à Manzat, au gour de Tazenat, à Enval et à Riom, 1087. = Compte rendu de l'excursion de Moulins à Souvigny, Noyant, Meillers, Autry-Issards et Bourbon-l'Archambault, 1093.
LEBESCONTE. La théorie qui considère les Cruziana comme des contre-moulages de pistes d'animaux ne peut plus exister, 512.
LEENHARDT. Note sur le Crétacé inférieur du Sud-Est, par Kilian et Leenhardt, 54.
LEMOINE. Communication, 229.
LE VERRIER. Note sur les causes des mouvements orogéniques, 492.
Læss. Sur l'origine du — en Piémont, par M. Frédéric Sacco, 229.
Lorraine. Notice bibliographique sur le Guide du Géologue en Lorraine, par le Dr Bleicher, par M. Mieg, 265.
LOTTI. Sur les roches métamorphosées pendant les âges tertiaires dans l'Italie centrale, 406.
Lunery. Compte rendu de l'excursion à la tranchée de —, par M. de Grossouvre, 1125.
Lyonnais. Note sur les roches éruptives et cristallines des montagnes du —, par M. Michel-Lévy, 216. = Notice sur la constitution géologique du plateau —, par M. Riche, 268.

M

Malzieu. Note sur le bassin tertiaire de — (Lozère), par M. Boule, 341.
MARGERIE (de). L'œuvre du congrès géologique international, par M. K. Gilbert. (Résumé par M. de Margerie,) 2. = Présentation d'ouvrage, 7, 515. = Observations sur les découvertes de M. Törnebohm, 692.
MARTEL. Sur la formation géologique de Montpellier-le-Vieux (Aveyron), 509.
Martigues. Note sur le terrain crétacé de la vallée du Rhône et spécialement des environs de —, par M. Carez (Pl. VIII), 504.
Meillant. Compte rendu de l'excursion à la côte de — et aux Cottards, par M. de Grossouvre, 1103.
Menat. Compte rendu de l'excursion au bassin de —, par M. de Launay, 1072.
MEUNIER (Stan.). Contribution à la géologie de l'Afrique occidentale (Pl. I), 61.
MICHEL-LÉVY. Origine des terrains cristallins primitifs, 103. = Note sur les roches éruptives et cristallines des montagnes du Lyonnais, 216.
MIEG (Mathieu). Note sur un sondage exécuté à Dornach, 256. = Notice bibliographique sur le Guide du géologue en Lorraine, par le docteur Bleicher, 265.
MISSOL (Ferraud de). Rapport de la commission de comptabilité, 358.
Montagne-Noire. Note sur les terrains primitif, archéen, cambrien et silurien du versant méridional de la —, par M. Bergeron, 210.
Montchanin. Remarques sur le bassin houiller de —, par M. Raymond, 1029.
Montpellier-le-Vieux. Sur la formation géologique de Montpellier-le-Vieux, par M. Martel, 509.
Montvicq-Bézenet. Compte rendu de l'excursion au bassin houiller de —, par M. Fayol, 1026.
MOUSSAYE (de la). Observations, 692.
MUNIER-CHALMAS. Observations, 528. = Note sur les *Rudistes*, 819.

N

Normandie. Note sur les *Homalonotus* des grès siluriens de Normandie, par M. Bigot (Pl. V-VII), 419.
NOUGARÈDE. Formation houillère d'Epinac, 1011.
Nouvelle-Calédonie, Note sur les gisements de charbon de la —, par M. Porte, 9.

O

Obokh. Note sur les prétendus combustibles minéraux du territoire d'—, par M. Chaper, 816.
ŒHLERT. Notice nécrologique sur M. de Koninck, 466. = Note sur quelques Pelécypodes dévoniens (Pl. XIII-XIV), 633.

P

Paradoxidien. Note sur la présence de la faune primordiale (—) dans les environs de Ferrals-les-Montagnes (Hérault), par M. Bergeron, 282.
PARRAN. Présentation d'ouvrage, 550.
Pélécypodes. Note sur quelques — dévoniens, par M. Œhlert (Pl. XIII-XVI), 633.
Pérassier. Compte rendu de l'excursion au bassin houiller de —, par M. Fayol, 1018.
Périgord. Sur l'âge des sables du —, par MM. Potier et Vasseur, 632.
Permien. Etude sur le terrain — de l'Allier, par M. de Launay (Pl. II), 298. = Sur le — de l'Hérault, par M. de Rouville, 350.
PÉRON. Présentation d'ouvrage, 482.
Piémont. Sur l'origine du lœss du — par M. Fréderic Sacco, 229.
Plateau central. Sur les bassins houillers du — de la France, par M. Bertrand, 517. = La dislocation du terrain primitif dans le Nord du — de la France, par M. de Launay, 1045.
Pleuracanthus Gaudryi. Sur un nouveau poisson fossile des terrains houillers de Commentry (Allier), par M. Brongniart, 546.
Pliocène. Le terrain — de la vallée de l'Oued-Nador, par M. Welsch, 881.
Poitou. Etude géologique du détroit poitevin, par M. Fournier, 113.
POMEL, Note d'Echinologie synonymique, 441.
Porphyrites. Notes sur les — de l'Allier, par M. de Launay, 84.
PORTE. Note sur les gisements de charbon de la Nouvelle-Calédonie, 9.
Portlandien. Sur les Reptiles trouvés dans le — supérieur de Boulogne-sur-Mer, par M. Sauvage (Pl. XI-XII), 623.
POTIER. Sur l'âge des sables du Périgord, par MM. Potier et Vasseur, 639.
Primitif. Note sur les terrains —, archéen, cambrien et silurien du versant méridional de la Montagne-Noire, par M. Bergeron, 210. = La dislocation du terrain — dans le Nord du Plateau central, par M. A. de Launay, 1045.
Provence. Note sur l'existence d'un horizon à faune saumâtre dans l'étage turonien supérieur de la —, par M. Depéret, 559. = Sur quelques fossiles du Cretacé inférieur de la —, par M. Kilian (Pl. XXVI-XXVII), 748.
Puy-de Dôme. Note sur le terrain anthracifère du —, par M. de Launay, 1077.
Pyrénées. Sur la carte géologique des Basses —, par M. Stuart-Menteath, 184. = Sur le terrain dévonien des — occidentales, par M. Stuart-Menteath, 410. = Le terrain crétacé des —, par M. Heberi, 731. = Sur la constitution géologique des —, par M. Stuart-Menteath, 22. = Geologie des — occidentales, par M. Seunes, 54. = Note sur le Crétacé supérieur des — occidentales, par M. Seunes, 779. = Echinides crétacés des — occidentales, par

M. Seunes (Pl. XXVIII-XXXI), 779. = Sur l'âge des calcaires cristallins des —, par M. Roussel, 820. = Nouvelles observations sur les terrains primaires et les terrains secondaires des —, par M. Roussel, 829 = Sur le gisement et la composition du système triasique dans la région des —, par M. Jacquot, 850.

Q

Quaternaire. Sur les sédiments — de l'île de Kamarane et du golfe de Tadjoura, par M. Faurot (Pl. IX-X), 528. = Sur les éboulis — à Hélix des environs d'Alger, par M. Welsch, 877.

R

Raulin. Note pour l'histoire des cartes géologiques, 947.
Raymond. Remarques sur le bassin houiller de Montchanin, 1029.
Reptiles. Sur les — trouvés dans le Portlandien supérieur de Boulogne-sur-Mer, par M. Sauvage (Pl. XI-XII), 623.
Rey-Lescure. Présentation d'ouvrage, 516.
Riche. Note sur la constitution géologique du plateau lyonnais, 268.
Rolland. Géologie du lac Kelbia et du littoral de la Tunisie centrale, 187. = Présentation d'ouvrage, 410. = Note sur la géologie du Djebel-Zaghouan, 847.
Roussel. Réponse à MM. Viguier et de Lacvivier, 337. = Sur l'âge des calcaires cristallins des Pyrénées, 820. = Nouvelles observations sur les terrains primaires et les terrains secondaires des Pyrénées, 829.
Rouville (de). Les formations paléozoïques de la région de Cabrières, par le Dr Frech, de Berlin, 64. = Note, 214, 246 = Sur le Permien de l'Hérault, 350. = Note sur la région paléozoïque orientale de l'Hérault, au point de vue de la faune première, 848.
Rudistes. Note sur les —, par M. Munier-Chalmas, 819.

S

Sacco (Frédéric). Sur l'origine du lœss en Piémont, 229.
Saint-Amand. Compte rendu de l'excursion aux environs de —, par M. de Grossouvre, 1099. = Compte rendu de l'excursion de — à Chateauneuf-sur-Cher, par M. de Grossouvre (Pl. XXXVIII), 1108.
Sainte-Beaume. Nouvelles études sur la chaîne de la —, par M. Bertrand (Pl. XXVI-XXVII), 748.
Sauvage Sur les Reptiles trouvés dans le Portlandien supérieur de Boulogne-sur-Mer (Pl. XI-XII), 623.
Savone. Excursion dans les Alpes-Maritimes, près de —, par M. de Stefani, 68.
Schlumberger. Note sur les Foraminifères fossiles de la province d'Angola, 402. = Note sur les Holothuridées du Calcaire grossier 437. = Notice nécrologique sur M. Terquem, 459.
Seunes. Note sur la géologie des Pyrénées occidentales, 54 = Note sur le Crétacé supérieur des Pyrénées occidentales, 779. = Echinides crétacés des Pyrénées occidentales (Pl. XXVIII-XXXI), 791.
Sidérolithique (terrain). Observations sur l'origine du —, par M. de Grossouvre, 287.
Silurien. Note sur les Homalonotus des grès — de Normandie, par M. Bigot (Pl. V-VII), 419. = Note sur les terrains primitif, archéen, cambrien et — du versant méridional de la Montagne-Noire, par M. Bergeron, 210.

STEFANI (dé). Excursion dans les Alpes-Maritimes, près de Savone, 68.
STUART-MENTEATH. Note sur la constitution géologique des Pyrénées, 22. = Observations, 53. = Sur la carte géologique des Basses-Pyrénées, 184. = Sur le terrain dévonien des Pyrénées occidentales, 410.

T

Tadjoura. Sur les sédiments quaternaires de l'île de Kamarane et du golfe de —, par M. Faurot (Pl. IX-X), 528.
TARDY. Nouvelles observations sur la Bresse, 63.
Tazenat. Compte rendu de l'excursion au gour de —, par M. de Launay, 1087.
TERMIER. Note sur trois roches éruptives interstratifiées dans le terrain houiller du Gard, 617.
Tertiaire. Note sur le bassin — de Malzieu (Lozère), par M. Boule, 341. = Sur les roches métamorphosées pendant les âges — dans l'Italie centrale, par M. Lotti, 406.
TOUCAS. Note sur le Jurassique supérieur et le Crétacé inférieur de la vallée du Rhône, 903.
Trias. Sur le gisement et la composition du système triasique dans la région pyrénéenne, par M. Jacquot, 850.
Tunisie. Géologie du lac Kelbia et du littoral de la — centrale, par M. Rolland, 187.
Turonien. Note sur l'existence d'un horizon à faune saumâtre dans l'étage — inférieur de la Provence, par M. Depéret, 559.

U

Ursus spelæus. Lettre de M. Capellini à M. Gaudry sur l'Ours de Cassana, 21.

V

Valenciennes. Flore fossile du bassin houiller, de —, par M. Zeiller, 552.
VASSEUR. Sur l'âge des sables du Périgord, par MM. Potier et —, 632.
Végétaux. Note sur les — fossiles des calcaires d'eau douce subordonnés aux lignites de Simeyrols, par M. Zeiller, 401.
VIGUIER. Présentation d'ouvrage, 216.
Vosges. Mode de formation des —, par M. de Lapparent, 181. = Sur la présence, dans les grès bigarrés des —, de l'*Acrostichides rhombifolius*, par M. Zeiller, 693.

W

WALLERANT. Des sphérolites des roches siliceuses et de leur mode de formation, 927
WELSCH. Sur les éboulis quaternaires à Hélix des environs d'Alger, 877. = Le terrain pliocène de la vallée de l'Oued-Nador, 881.

Z

ZEILLER. Note sur les végétaux fossiles des calcaires d'eau douce subordonnés aux lignites de Simeyrols, 401. = Flore fossile du bassin houiller de Valenciennes, 552. = Présentation d'ouvrages, 405. = Sur la présence dans le Grès bigarré des Vosges de l'*Acrostichides rhombifolius*, 693.

TABLE DES GENRES ET DES ESPÈCES

DÉCRITS, FIGURÉS, DISCUTÉS ET DÉNOMMÉS A NOUVEAU, ET DES SYNONYMIES INDIQUÉES DANS CE VOLUME (1).

Acrostichides rhombifolius, Fontaine, 693.
Actinodon, Gaudry, 365.
Agnostus ferralsensis, Bergeron, 285.
— *Sallesi*, Bergeron, 284.
Ammonites arbustigerus, d'Orb., 1845, — procerus, Seebach, 1864, — procerus, Schlœnbach, 1865 — quercinus, Terquem et Jourdy, 1869, — procerus, Neumayr, 1871, 394.
— *aspidoides*, Opp. (Pl. III, fig. 1), 369.
— *aurigerus*, Opp., Neum, 1871, 392.
— *biflexuosus*, d'Orb., 1843, 375.
— *Bombur*, Opp., 1862. — Brongniarti (pars), Quenst, 1857, 387.
— *bullatus*, d'Orb., 1845. — platystomus, Quenst, 385.
— *conjungens*, May. 1865.— bipartitus, d'Orb. (pars), 1846. — conjungens, Waag., 1869 (Pl. IV, fig. 1), 377.
— *contrarius*, d'Orb., 1845.— Stephanoceras contrarium, d'Orb., Neum., 1871, 382.
— *discus*, Sow., 1815. — Nautilus discus, Sow., 1813. Am. discus, Sow., Opp., 1857, — Hochstetteri, Opp., 1859. — discus, Guéranger, 1864 (Pl. IV, fig. 4, 5, 6), 378.
— *euryptychus*, Neum., 1871,
Ammonites — curvicosta, Neum., 1871, 393.
— *evolutus*, Neum., 1871, 399.
— cf. *Henrici*, d'Orb., 1110.
— *Herweyi*, Sow., 1818. — macrocephalus, Zieten, 1830, 388.
— *inflexus*, de Grossouvre, (Pl. III, fig. 2-6), 372.
— *Julii*, d'Orb., 1846, — Stephanoceras Julii, d'Orb., 1871, 383.
— *Lucasi*, de Grossouvre (Pl. IV, fig. 8), 388.
— *microstoma*, d'Orb., 1845, — microstoma, Quenst., 1847, 387.
— *retrocostatus*, de Grossouvre (Pl. III, fig. 8, 9), 374.
— *serrigerus*, Waag., 1869 (Pl. IV, fig. 2, 3), 376.
— *subbackeriæ*, d'Orb., 1850, — triplicatus, Quenst.. 1843. — Backeriæ, d'Orb. 1846. — Moorei, Opp., 1857. — funatus, Opp., 1857.— Moorei, Neum., 1871.— funatus, Neum., 1871, 397.
— *subdiscus*, d'Orb., 371.
— *subinflexus*, de Grossouvre (Pl. III, fig. 7), 373.
— *Toucasi*, d'Orb., — Toucasianus, d'Orb., 1117.
— *tenuistriatus*, de Grossouvre (Pl. IV, fig. 7), 374.
— *Wagneri*, Opp., 1847, —

(1) Les noms en caractères romains sont ceux que les auteurs placent en synonimie.

Ammonites planula, d'Orb., 1846.
— Wagneri, Neum., 1871, 396.
— *Wurtembergicus*, Opp., 1857. — Parkinsoni compressus. Quenst., 1846, — Wurtembergicus Bayle, 1878, 399.
— *Ymir*, Opp., 1862, — bullatus, Kudernatsch, 1852, 386.
Ampullaria, Depéret, 569.
Anisaster confusus, Pomel, 1886, — Paraster confusus, Pom., — Schizaster ou Hemiaster gibberulus, Michelin, — Agassizia gibberula, Cotteau, — Anisaster gibberulus, Cotteau. 411.
Arionellus, Bergeron, 283.
Asaphelina Barroisi, Bergeron, 285.
Avicula (*Glypt desma*) *Bigoti*, Œhlert, 1888 (Pl. XIII, fig, 1), 649.
— (*Liopteria*) *Leucosia*, Œhlert, 1888 (Pl. XIV, fig. 2), 644.
— (*Paropsis*) *orbicularis*, Œhlert, 1888 (Pl. XV, fig. 1), 647.
— (*Liopteria*) *picta*, Œhlert, 1888, (Pl. XV, fig. 3), 643.
— *pseudo-lævis*, Œhlert, 644.
— (*Liopteria*) *Viennayi*, Œhlert, 1888 (Pl. XIV, fig. 3), 644.
Biradiolites Hellenicus, M. Ch., 1888.
Calymene Filacovi, Bergeron, 285.
Caprina, d'Orb., 700.
Caprinula d'Orb., 705.
— *Boissyi*, d'Orb. (Pl. XXII), 707.
— *brevis*, Sharpe, 708.
— *Doublieri*, d'Orb., 708.
— *Lucviciieri*, M. Ch. 1888, 819.
— *olisiponensis*, Choffat (Pl. XXIII), fig. 3, 7), 708.
— *d'Orbignyi*, Sharpe, 708.
— *Sharpei*, Choffat (Pl. XXIII, fig. 4. 5), 708.
Cardium itierianum, Math., 569.
Cassiope turonensis, Depéret, 566.
Caulodon præcursor, Sow., — Nesodon, de la Moussaye (Pl. XII, fig. 1, 4), 626.
Cerithium nodoso-carinatum, Depéret, 568.
— *provinciale*, Math., 568.
Chirodota undulata, Schlumberger, 1888, 439.
Cidaris Baugeyi, Seunes, 1888 (Pl. XXX, fig. 2. 3), 791.
Conocephalites Heberti, Bergeron, 1888, 284.
Corallliochama Bayani, Douvillé (Pl. XXV, fig. 7), 725.
Coraster, Cotteau, 1886.
— *Beneharnicus*, Seunes, 1888 (Pl. XXIX, fig. 1), 804.
— *Marsooi*, Seunes, 1888 (Pl. XXIX, fig. 2), 806.
— *Munieri*, Seunes, 1888 (Pl. XX X, fig. 4). 808.
— *sphæricus*, Seunes, 1888 (Pl. XXIX, fig. 3). 807.
Corbula semistriata, Deperet, 570.
Cruziana, 512.
Ctenodonta (*Tellinomya*), Salter (Pl. XVI, fig. 3), 653.
Cucullæa, cf. *Orbignyi*, Math., 570.
Cypricardinia alveolaria, Œhlert, 1888 (Pl. XV, fig. 2), 659.
Cyrena galloprovincialis, Math., 569.
Dentalina Bouenna, d'Orb., 403.
— *consobrina*, d'Orb., 403.
— *antenulla*, d'Orb., 404.
— *semicostata*, d'Orb., 404.
Desmoceras Cuvervillei Stan. Meunier, 1887 (Pl. I, fig. 3), 62.
Echinocorys Arnaudi, Seunes, 1888, (Pl. XXXI, fig. 1), 813.
— *pyrenaicus* Seunes, 1888, (Pl. XXX, fig. 5; Pl. XXXI, fig. 2), 814.
Echinospatagus, Breyn, 444.
Fibularidés, Pomel, 450.
Goniophalis undidens, de la Moussaye (Pl. XI, fig. 7, 9; Pl. XII, fig. 7, 12), 628.
Goniophora gallica, Œhlert, 1888 (Pl. XV, fig. 5), 657.
Guerangeria gahardiana, Rouault, sp., — Nucula Gahardiana, Rouault, 1851 (Pl. XVI, fig. 6), 655.
Hamites tropicalis, Stan. Meunier, 1887 (Pl. I, fig. 5), 62.
— *virgulatus*, Brong. (Pl. I, fig. 4), 62.
Heteroceras, d'Orb. (emend. Kilian)
— d'Orb., Lindigia, Karsten, — Kilian, 682.
— *Abichi*, d'Orb., 686.
— *Astieri*, d'Orb., Turrilites Emerici, d'Orb., Het. Astierianum, d'Orb., — Astieri, Kilian, 1888 (Pl. XXI, fig. 1), 687.
— *bifurcatum*, d'Orb., var.

trifurcata, Kilian, 685.
— (*Lindigia*) *heliroceroides*, Karsten, 685.
— *Giraudi*, Kilian, 686.
— *Leenhardti*, Kilian (Pl. XX, fig. 3 et Pl. XXI, fig. 2), 688.
— *Moutoni*, d'Orb. (Pl. XVII, fig. 5), 689.
— *Tardieui*, Kilian, 685.
Hippurites Gaudryi, M. Ch., 1888, 819.
— Heberti, M. Ch., 18 8, 819.
— Toucasi, M. Ch., 1888, 819.
— variabilis, M. Ch., 1888, 819.
Hippuritidæ, Munier-Chalmas, 820.
Holcodiscus Caillaudi, d'Orb. (sp. — Am. Caillaudianus, d'Orb., 1850, — Am. Caillaudianus, Pictet, 1858, — Caillaudianus, d'Orb. (sp.), in Uhlig, — Caillaudi (sp.), Kilian (P. XIX, fig 2), 669.
— *Druentiacus*, Kilian, 1888, — Am. Vandeckii, Orb., Moesch, Sentis, 675.
— *fallax*, Coquand (sp.) 1878, Am. fallax, Coq., sp., Kilian, 18 8 (Pl. XX, fig. 1), 667
— *Gastaldii*, d'Orb., sp., Kilian, 1888, — Am. Gastaldinus, d'Orb., 1850. — Am. Gastaldinus, Pictet, 1858, — Holcodiscus Gastaldinus, d'Orb., in Uhlig, 1883 (Pl. XIX, fig. 3), 671.
— *Morleti*, Kilian, 1888 (Pl. XVII, fig. 4), 676.
— *Perezi*, d'Orb., sp., Kilian, 1888, — Am. Perezianus, d'Orb., 1850, — Am. Perezianus, Pictet, 1868, — Acanthoceras tenuicostatum, Milaschewitsch, 1877, Hol. Perezianus d'Orb., in Uhlig, 1883 (Pl. XIX, fig. 1 et 5), 672.
— *Seunesi*, Kilian, 1888 (Pl. XVII, fig. 3), 675.
— *Van-den-Heckei*, d'Orb. sp. Kilian, 1888, — Am. Vandeckii, d'Orb., 1850, — Am. Vandeckii, d'Orb., de Loriol, Salève, 1861 (Pl. XIX, fig. 4), 673.
Homalonotus section des Brongnartia, Salt., 420.
— *Besnevillensis*, Bigot, 1881, (Pl. VII, fig. 1, 3), 429.
— *Bonissenti*, Morière, — Brongniarti, Bonissent, — serratus, Morière, — Brongniarti, non Desl., — fugitivus, de Trom. (Pl. VI), 422.
— *Brongniarti*, Desl. (sp.), — Asaphus Brongniarti, Desl., 1825, — Hom. Brongniarti, Salt., 1864, de Trom., 1876, Bayle, 1878, (Pl. VII, fig. 8, 9), 425.
— *Deslonchampsi*, de Trom., Asaphus Brongniarti, Desl., 1825, — Hom. Brongniarti, Salt. 1864, — Deslongchampsi, de Trom., 1876, Bayle, 1878, Morière, 1884 (Pl. VII, fig. 10, 12). 425.
— *incertus*, Bigot, 1888 (Pl. VII, fig. 13, 14), 430.
— *Morieri*, Bigot, 1888 (Pl. VII, fig. 4, 5), 429.
— *Vicaryi*, Salt., — Vicaryi, de Trom., 1876, Bayle, 1878 (Pl. V, fig. 2), 428.
— *Vieillardi*, de Trom. Dollf. (Pl. VII, fig. 15), 431.
— *serratus*, de Trom., 1876, — Brongniarti, Desl., 1825 et Salt., 1864, 1866, — serratus, de Trom. (Pl. V, fig. 1; Pl. VIII, fig. 6, 7), 427.
— Hypostomes d'—, (Pl. VII. fig. 16. 17), 432.
Hoplites Lurensis, Kilian, 1888 (Pl. XX, fig. 2), 681.
— *Roubaudi*, d'Orb., sp. Kilian, 1888, — Am. Roubaudianus, d'Orb., — Hopiltes pexiptychus, Uhlig, 1882 (Pl. XVII, fig. 2, 3), 679.
Iguanodon Prestwichi, Hulke (Pl. XII, fig. 5), 625.
Isopneustes, Pomel.
— *aturicus*, Seunes, 1888 (Pl. XXVIII, fig. 3), 797.

— *Gindrei*, Seunes, 1888 (Pl. XXVIII, fig. 2), 795.
— *integer*, d'Orb., sp. (Pl. XXVIII, fig. 1), 798.
— *Munieri*, Seunes, 1888 (Pl. XXVIII, fig. 4), 800.
Jeronia, Seunes, 1888.
— *pyrenaica*, Seunes, 1888 (Pl. XXX, fig. 1), 810.
Liopistha subdinnense, d'Orb., sp. — Cardium (d'Orb.), 571.
Lytoceras anisoptychum, Uhlig (Pl. XVII, fig. 1), 665.
Microlampas, Cotteau, 552.
Megalosaurus insignis, Desl. (Pl. XII, fig. 6), 625.
Micraster corcolumbarium, Desor. (Pl. XXX, fig. 4), 792.
Modiomorpha Esopei, Œhlert, 1888, (Pl. XVI, fig. 2), 654.
— ? *Meduanensis*, Œhlert, 1888 (Pl. XVI, fig. 7), 654.
Natica gabonensis, Stan. Meun., 1887 (Pl. I, fig. 7), 63.
Nœra Dornacensis, Mieg, 258.
Ovulaster, Cotteau, 802.
Palæoneilo armoricana, Œhlert, 1888 (Pl. XVI, fig. 5), 651.
— *Rauliniana*, Rouault (sp.), — Nucula Rauliniana, Rouault, 1851 (Pl. XVI, fig. 4), 650.
Plæsiacomia, Corda, 1847, 432.
— *brevicaudata*, Desl. (sp.), Asaphus brevicaudatus, Desl., — Homalonotus rarus, Barr., 1852, de Verneuil, 1855, — Hom. brevicaudata, de Trom., Leb., 1876, — Hom. brevicaudata de Trom. 1876 (Pl. IV, fig. 1), 433.
Plagioptychus, Matheron, 1842, 713.
— *Aguilloni*, d'Orb., — paradoxus, Math. (Pl. XXIV. fig. 1, 2, Pl. XXV, fig. 1) 716.
— *Arnaudi*, Douvillé, 1888 (Pl. XXV, fig. 2-6), 721.
— *Beoticus*, M. Ch., 1888. 819.
— *dissimilis*, M. Ch.. 1888.
— *Toucasi*. Math., — Coquandi., Math., 716.
Plesiochelys (sp.), (Pl. XI, fig. 4), 627.
Plesioptychus Lacvivieri, M. Ch., 1880. 819.
Plesiosaurus Phillipsi, Sauvage, — carinatus, Phillips, 630.
— aff. *ellipsocephalus*, Owen, 631.
Pleuracanthus Gaudryi, Brongniart, 1888, 546.
Pliolampas, Pomel, 446.
— *Delagei*, Pomel, — Plesiolampas Delagei, Pom., 446.
— *elegantulus*, Pom., — Echinolampas, Millet, 466.
— *Ficheuri*, Pom. — Plesiolampas, Pom., 446.
— *Gauthieri*, Pom., — Echinolampas, Cott., — Plesiolampas Gauthieri, Pom., 446.
— *subcylindricus*, Pom., — Pygorhynchus, Ag., — Plesiolampas subcylindricus, Pomel, 446.
— *Vassali*, Pom., — Pygorhynchus, Wright, — Plesiolampas Vassali, Pomel, 446.
— *Welschii*, Pom., — Plesiolampas Welschii, 446.
Psammobia aff. *impar*, Zittel, 571.
Pterinea costato-lamellosa, Œhlert, 1888 (Pl. XIV, fig. 5), 641.
— *Kerfornei*, Œhlert, 1888 (Pl. XIV, fig. 1), 642.
— *Paillettei*, de Verneuil, — Avicula Pailletei, de Verneuil, 1855 (Pl. XIV, fig. 6), 639.
— *plana*, Goldfuss, 648.
— (*Actinoptera*) *Trigeri*, Œhlert, 1888 (Pl. XIV, fig. 4), 646.
Pteronites Dalimieri, Œhlert, — Pterinea Dalimieri, Œhlert, 1881 (Pl. XVI, fig. 1).
Pterygacanthidæ, Brongniart, 550.
Pulchellia pulchella, d'Orb. sp., Kilian, 1888, — Ammonites pulchellus, d'Orb., 1842, — Am. compressissimus, d'Orb., 1842 (Pl. XVIII, fig. 2.) 677.

Radiocyphus, Cotteau, 551.
Radiolites Aristides, M. Ch., 1888, 819.
— *Aurigerensis*, M. Ch., 1888, 819.
— *Benacensis*, M. Ch., 1888, 819.
Radiolitidæ, Munier-Chalmas, 820.
Rhynchonella Marioni, de Grossouvre, —Garantiana, d'Orb. (Pl. XXXVIII, fig. 6), 1121.
Rudistes, Munier-Chalmas, 819.
Sanguinolites Marsi, Œhlert, 1880 (Pl. XV, fig. 4), 658.
Schlænbachia inflata, Sow. (Pl. I, fig. 1, 2), 61.
Silesites Seranonis, d'Orb. (sp.), Kilian, 1888. — Am. Seranonis, d'Orb., 1842.— Am. Trajani, Tietze, 1872, — Silesites Trajani, Uhlig, 1883 (Pl. XVIII, fig. 1), 666.
Stomatoporus, Cotteau, 552.
Stueria elegans, Schlumberger, 1888, 440.
Synapta eocæna, Schlumberger, 1888. 437.
Testudo perpiniana, 243.
Terebratula (*Glossothyris*) *Douvillei*, de Grossouvre, — nucleata, Quenstedt, — nucleata, Douvillé (Pl. XXXVIII, fig. 3, 5), 1120.
— (*Glossothyris*) *nucleata*, Ziet., — nucleata, Buch. (Pl. XXXVIII, fig. 1, 2, 7), 1120.
Thyonidium, 440.
Tiarella, Pomel, 1883, — Plesiodiadema, Duncan, 1885, 446.
Tropidemys (sp.), (Pl. XI, fig. 5,6), 628.
Turritella cesticulosa, Math., 567.
— *rigida*, Sow., 567.
Ursus spelæus, 21.

LISTE DES FIGURES

INTERCALÉES DANS LE TEXTE

PORTE. — Coupe du gisement de charbon de la Plaine des Cailloux. 16
ROUVILLE (DE). — Coupe du monticule Japhet 67
BERTRAND. — Fig. 1 et 2. Coupes montrant l'existence d'un lambeau urgonien intercalé entre le Muschelkalk et les calcaires à Hippurites dans le vallon de Fontanieu. 80
Fig. 3. Coupe de la Bedoule à la Ciotat 83
LAUNAY (DE). — Fig. 1. Porphyrite traversant la houille dans la tranchee Saint-Edmond, à Commentry. . . . 86
Fig. 2. Porphyrite de la tranchée de Longeroux . . 88
Fig. 3. Porphyrite orthophyrique de Longeroux . . 95
Fig. 4. Porphyrite andésitique à pyroxène et à mica noir du Châtelet. 97
Fig. 5. Porphyrite andésitique et micacée à oligoclase arborisé de Billoux. 98
Fig. 6. Porphyrite cristalline de Boussier 100
Fig. 7. Porphyrite micacée et augitique de Noyant. 101
Fig. 8. Porphyrite amphibolique de Cressanges . . 102
FOURNIER. — Fig. 1. Coupe schématique du massif vendéen par Parthenay 115
Fig. 2. Coupe prise au moulin d'Anne, près Surimeau, commune de Sainte-Pezenne (Deux-Sèvres). 118
Fig. 3. Coupes N.-S. et E.-O. du Dévonien de la Ville-Dé. 119
Fig. 4, 5, 6 et 7. Profils en travers du terrain houiller de la commune de Saint-Laurs, pris dans l'axe des galeries. . . . . .
Fig. 4. Puits Sainte-Claire 121
Fig. 5. Puits Sainte-Clotilde 122
Fig. 6. Puits Sainte-Marie 122
Fig. 7. Puits Saint-Laurent 123
Fig. 8. Tranchée du ruisseau de Prassigny (près Saint-Loup). Ligne de Paris à Bordeaux (Etat). . 130

Fig. 9. Tranchée d'Airvault. Ligne d'Airvault à Moncontour. 143
Fig. 10. Schéma stratigraphique de l'Oxfordien dans le sud des Deux-Sèvres 154
ROLLAND. — Fig. 1. Carte géologique de la région du lac Kelbia. . 189
Fig. 2. Profil général de Kairouan à la mer, par le lac Kelbia. 191
Fig. 3. Coupe transversale de la chaîne nummulitique du Djebel-Baten-el-Guern. 194
Fig. 4. Coupe transversale de la chaîne miocène à l'est de Takrouna 195
Fig. 5. Coupe type de la chaîne miocène des Souatir. . 198
Fig. 6. Coupe de la falaise au nord d'Hammam Sousa. 200
Fig. 7, Coupe transversale du dépôt littoral du Dra-Herkha 204
Fig. 8. Coupe transversale de l'embouchure de la Sebka-Halk-el-Menzel dans la mer. 206
MICHEL-LÉVY. — Coupe de la Fay près Tarare à Saint-Bel 218
Coupe de Sainte-Foy-l'Argentière à Rive-de-Gier . 218
Coupe du signal d'Avenas à Thoissy 218
Coupe de Charolles à Mâcon 218
RICHE. — Fig. 1. Coupe de Montagny à Millery. 277
Fig. 2. Coupe de Francheville à Fourvière. 278
Fig. 3. Coupe de Craponne au plateau du Point-du-Jour. 280
GROSSOUVRE (DE). — Sidérolithique. Environs de Mehun (Cher) . . . 293
Sidérolithique. Buxière d'Aillac (Indre). 294
LAUNAY (DE). — Fig. 1. Coupe N.-S. passant un peu à l'est de Bourbon (Allier). 319
Fig. 2. Coupe N. S., suivant la route de Bourbon à Franchêne 319
Fig. 3. Coupe E.-O., passant par Bourbon. 320
Fig. 4. Coupe E.-O., montrant à l'est une falaise de calcaire lacustre 320
Fig. 5 et 6. Coupes montrant l'existence d'une faille E.-O. 321
Fig. 7. Coupe des Camelins à la Bourderie 325
Fig. 8. Coupe du bassin de Decize 332
AUGÉ. — Fig. 1. Carte géologique des environs de Madriat 347
Fig. 2. Coupe traversant le gîte de Villeveyrac (Hérault). . 349
ROUVILLE (DE). — Fig. 1. Coupe générale de la région permienne de Lodève de Cartels aux Brandons 354
Fig. 2. Coupe de la région des ardoisières près Lodève 355
Fig. 3. Contact discordant du Permien, des schistes paléozoïques et du Trias (région de Salces, Est de Lodève 355

Fig. 4. Faille du Mas Blanc, près Bédarieux. . . 356
Fig. 5. Région permienne et houillère de Boubals à Sénégra. 356
Fig. 6. Filon de basalte dans le Permien rouge, tranchée près Cartels. 356
Fig. 7. Croquis du terrain houiller de Neffiès, par M. de Bronnac. 357
Fig. 8. Coupe du Bousquet d'Orb, par M. Aguillon 358
GROSSOUVRE (DE). — Fig. 1. Cloisons de l'*Am. discus* de Saint-Benin d'Azy 380
Fig. 2. Cloisons de *Am. discus* de Saint-Benin d'Azy 381
Fig. 3. Cloisons de *Am. discus* de Pougues . . 381
BIGOT. — Fig. 1. Contact du granite avec les schistes de Saint-Lô au Pulec. 414
Fig. 2. Contact des granulites avec les granites à amphibole à Guernesey, près de Cobo-Bay 416
Fig. 3. Coupe dans la falaise au sud de la Hougue-Milk (Aurigny) 417
SCHLUMBERGER. — Fig. 1-5. Spicules de *Synapta eocæna* 438
Fig. 6-7. Spicules de *Chirodota undulata* 439
Fig. 8-11. Spicules de *Thyonidium* 440
Fig. 12-14. Spicules de *Stueria elegans* 441
MUNIER-CHALMAS. — Coupe d'une carrière de Tournay 486
LE VERRIER. — Fig. 1. Forme de la croûte terrestre sous une région comprenant deux massifs montagneux, séparés par une mer étendue 494
Fig. 2. 500
CAREZ. — Fig. 1. Coupe de la vallée de Saint-Pierre à l'Etang de Berre par la Gueule d'Enfer. 506
Fig. 2. Coupe par l'ancien chemin de Saint-Pierre. . . . 507
BERTRAND. — Fig. 1. Carte des terrains houillers du Plateau Central. 519
Fig. 2. Profil d'équilibre d'un lit de vallée. 523
Fig. 3. Coupe du bassin de Rive-de-Gier, d'après M. Grand'Eury. 524
Fig. 4. Coupe de la montagne des Cendres (Gard), d'après Dumas 525
Fig. 5. Coupe au nord de Lugeac, d'après M. Dorlhac. 525
FAUROT. — Fig. 1-3. Découpures profondes des îles Dahlac, Farsan et Kamarane. 529
Fig. 4-6. Coupes faites dans les sédiments quaternaires de l'île de Kamarane 532
Fig. 7.8. Coupe du cap Obock. 537
Fig. 9. Ilots du port d'Obock. 540
Fig. 10. Falaises de Ras Bir. 540
Fig. 11. Coupe de Khor-Ali. 542

Fig. 12. Coupe de Mersa Cheik Ahmed. 543
Fig. 13. Coupe du Goubbet-Kharab. 545
BRONGNIART. — Restauration du *Pleuracanthus Gaudryi* des houillères de Commentry 547
DEPÉRET. — Fig. 1. Coupe de la Mède, entre le ravin de Gueule d'Enfer et l'Etang de Berre. 561
Fig. 2. Coupe d'Allauch par la Petite-Tête-Rouge . . . 563
— Fig. 1. *Cassiope turonensis*. 566
Fig. 2. *Cerithium nodoso-carinatum* 566
Fig. 3-4. *Corbula semistriata* 566
BERTRAND. — Fig. 1. Limite des zones successives de plissements en Europe. 578
Fig. 2. Roches éruptives des zones hercynienne et calédonienne. 580
Fig. 3. Coupe du massif éruptif de Fleims, (d'après Mojsisovics 592
Fig. 4. Coupe entre Röldal et Seljestadt, d'après Kjerulf. 595
Fig. 5. Coupe schématique du bassin de Christiana. . 597
Fig. 6. Coupe des Saline Hills, (bassin d'Edimbourg) . 598
Fig. 7. Plan d'une cheminée d'éruption (bassin d'Edimbourg) 599
Fig. 8. Coupe schématique de la série du Lac supérieur. 602
Fig. 9. Roches éruptives de la zone alpine. 605
Fig. 10. Coupe idéale de trois laccolithes (d'après Gilbert) 613
KILIAN. — Fig. 1. Cloison d'un échantillon d'*Heteroceras Tardieui*, de Redortiers (Basses-Alpes) 684
ZEILLER. — Fig. 1. *Acrostichides rhombifolius*, var. *rarinervis*, Fontaine 694
DOUVILLÉ. — Fig. 1. Schéma de la valve inférieure de *Caprina adversa*. 701
Fig. 2. Section de la valve inférieure de *Caprina adversa*. 702
Fig. 3. Section naturelle de la valve supérieure de *Caprina adversa* 703
Fig, 4. Section de la valve supérieure de *Caprina adversa* 704
Fig. 5. Canaux du *Plagioptychus Aguilloni* 718
Fig. 6. Canaux du *Plagioptychus Toucasi*. 719
Fig. 7. Canaux du *Plagioptychus Arnaudi*. 722
Fig. 8. Valve supérieure d'un *Plagioptychus* de Gosau, présentant des traces de coloration 723
Fig. 9. Canaux de la valve supérieure de *Coralliochama Boyani*. 725
HÉBERT. — Coupe N.-S. le long de la route de Rébénac à Gan. . . 732
BERTRAND. — Fig. 1. Coupe de Saint-Zacharie à la Sainte-Beaume. . 750
Fig. 2. Coupe des escarpements de la Lare. 752

Fig. 3. Coupe des environs de la Gastaude 754
Fig. 4-6. Figures schématiques d'un pli couché. . . . 756
Fig. 7. Coupe de Nans à la Sainte-Beaume. 761
Fig. 8. Coupe du ruisseau de la Taulère 761
Fig. 9. Coupe du Pied de la Colle au Plan d'Aups. . . 763
Fig. 10. Coupe du vallon situé au pied du signal marqué sur la carte de l'état-major : Fin de la chaîne de la Sainte-Beaume. 770
Fig. 11. Coupe du ravin de Saint-Pons. 774
Fig. 12. Coupe de la faille du Revest 777
SEUNES. — Fig. 1. Coupe relevée au sud de Gan. 782
Fig. 2. Coupe relevée dans la carrière des calcaires sénoniens, exploités pour chaux hydraulique, sur la rive droite du Néez. 783
Fig. 3. Coupe de la falaise du golfe de Gascogne, entre Bidart et Biarritz 784
SEUNES. Fig. 1-3. Appareil apical de trois individus différents de *Jeronia pyrenaica* 811
ROUSSEL. — Fig. 1. Coupe relevée à la fontaine des Cas 822
Fig. 2. Coupe relevée dans la montagne de Cagire. . . 823
Fig. 3. Coupe du col del Lac 824
Fig. 4. Coupe relevée à Saint-Pérardet 825
Fig. 5. Coupe relevée à Gincla. 827
ROUSSEL. — Fig. 1. Coupe passant par Laborie, d'après M. de Lacvivier. 842
Fig. 2-3. Coupes de Laborie 842
WELSCH. — Fig. 1. Coupe prise le long du chemin de Birmandreis, près de la villa Monte-Mario. 878
TOUCAS. — Fig. 1. Coupe de la montagne de Crussol 907
Fig. 2. Coupe de la hauteur située entre Lavoulte et le hameau de Rondelle 913
Fig. 3. Coupe des hauteurs du Pouzin. 916
Fig. 4. Coupe générale de Baix à Viviers, par Cruas, le Teil et Lafarge 920
WALLERANT. — Fig. 1. Coupe de la Colle de Grane 928
Fig. 2-5. Globules de pyroméride. 930
BERGERON. — Fig. 1. Colline de Japhet. Partie occidentale, d'après M. Frech. 944
Fig. 2. Colline de Japhet. Partie occidentale. 945
FAYOL. — Fig. 1-4. Coupes théoriques de deltas 972
Fig. 5. Lac de Commentry. 976
Fig. 6-8. Tranchée de Forêt 985
Fig. 9-12. Glissement de l'Espérance. 991
NOUGARÈDE. — Fig. 1. Houillères de Bouquiès 1013
Fig. 2, 3. Bifurcations des couches de houille 1014
Fig. 4. Division des couches. 1016

Fig. 5. Bassin houiller d'Epinac 1018
DELAFOND. — Fig. 1. Coupe schématique de la partie occidentale du bassin d'Autun. 1030
BERGERON. — Fig. 1. Coupe transversale du bassin de Graissessac. . 1034
Fig. 2. Plan du bassin de Graissessac. 1039
Fig. 3. Plan du bassin de Decazeville 1036
Fig. 4. Coupe schématique du bassin de Decazeville. . 1044
LAUNAY (DE). — Fig. 1. Coupe est-ouest de Cosne à la Ferté-Hauterive 1053
Fig. 2. Coupe de Chateaumeillant à Cusset. 1054
Fig. 3. Synclinal de Villefranche et de Commentry . 1055
GROSSOUVRE (DE). — Fig. 1. Coupe N.-S. passant par Montrond . . 1100
Fig. 2. Coupe d'Orval à Ainay-le-Vieil 1101
COLLOT. — Fig. 1, 2. Phénomènes de dissolution observés près de la Roche 1107

LISTE DES PLANCHES

I. p. 61. Stanislas Meunier. — Fig. 1 et 2, *Schlœnbachia inflata*, Sow.; fig. 3. *Desmoceras Cuvervillei*, Stan. Meun.; fig. 4, *Hamites virgulatus*, Brongn.; fig. 5, *Hamites tropicalis*, Stan. Meun.; fig. 6, Calcaire de Lobito, vu au microscope; fig. 7, *Natica gabonensis*, Stan. Meun.

II. p. 298. Launay (de). — Carte du bassin permien de l'Allier.

III. p. 366. Grossouvre (de). — Fig. 1, *Ammonites aspidoides*, Opp.; fig. 2-6, *Amm. inflexus*, de Grossouvre; fig. 7, *Am. subinflexus*, de Grossouvre; fig. 8, 9, *Amm. retrocostatus*, de Grossouvre.

IV. (Suite). Fig. 1, *Amm. conjungens*, Mayer; fig. 2, 3, *Amm. serrigerus*, Waag.; fig. 4-6, *Amm. discus*, Sow.; fig. 7, *Amm. tenuistriatus*, de Grossouvre; fig. 8, *Amm. Lucasi*, de Grossouvre.

V. p. 419. A. Bigot. — *Homalonotus du Grès de May*: fig. 1, *a*, *Hom. Vicaryi* (Sal.); — *b*, *Hom. serratus*, de Trom.; — *c*, *Plæsiacomia brevicaudata*, Desl. (sp.); fig. 2, 3, *Hom. Vicaryi*, Salt.

VI. (Suite). Fig. 1-10, *Homalonotus Bonissenti*, Mor.

VII. (Suite). Fig. 1-3, *Homalonotus Besnevillensis*, Bigot; fig. 4, 5, *Hom. Morieri*, Bigot; fig. 6, 7, *Hom. serratus*, Salt.; fig. 8, 9, *Hom. Brongniarti*, Desl. (sp.); fig. 10-12, *Hom. Deslongchampsi*, de Trom.; fig. 13, 14, *Hom. incertus*, Bigot; fig. 15-17, *Hom. Vieillardi*, de Trom.

VIII. p. 504. Carez. — Fig. 1, Carte des environs de Martigues; fig. 2, Carte des environs de la Capelle; fig. 3, Carte des environs de Clansayes; carte de la vallée de Saint-Laurent-Lavernède.

IX. p. 528. Faurot. — Ile de Kamarane (falaise).

X. (Suite), Falaise du cap Obock.

XI. p. 623. Sauvage. — Fig. 1-4. *Plesiochelys* (sp.); fig. 5, 6. *Tropidemus* (sp.); fig. 8-9, *Goniopholis undidens*, de la Moussaye.

XII. (Suite). Fig. 1-4, *Caulodon præcursor*, Svg.; fig. 5, *Iguanodon Prestwichi*, Hulke; fig. 6, *Goniopholis undidens*, de la Moussaye.

XIII. p. 633. Œhlert. — Fig. 1, *Avicula* (*Glyptodesma*) *Bigoti*, Œhlert.

XIV. (Suite). Fig. 1, *Avicula* (*Liopteria*) *Kerforni*, Œhlert; fig. 2, *Avicula* (*Liopteria*) *leucosia*, Œhlert; fig. 3, *Avicula* (*Liopteria*)

Viennayi, Œhlert; fig. 4, *Pterinea* (*Actinoptera*) *Trigeri*, Œhlert; fig. 5, *Pterinea costata-lamellosa*, Œhlert; fig. 6, *Pterinea Pailletei*, de Verneuil (sp).

XV. (Suite). Fig. 1. *Avicula* (*Paropsis*) *orbicularis*, Œhlert; fig. 2, *Cypricardinia alveolaria*, Œhlert; fig. 3, *Avicula* (*Liopteria*) *picta*, Œhlert; fig. 4, *Sanguinolites Marsi*, Œhlert; fig. 5. *Goniphora Gallica*, Œhlert.

XVI. (Suite). Fig. 1. *Pteronites Dalimieri*, Œhlert; fig. 2, *Modiomorpha Esopei*, Œhlert; fig. 3, *Ctenodonta nasuta*, Hall.; fig. 4, *Palæoneilo Rauliniana*, Rouault; fig. 5, *Palæoneilo Armoricana*, Œhlert; fig. 6, *Guerangeria Gahardiana*, Rouault (sp.); fig. 7, *Modiomorpha? Meduanensis*, Œhlert.

XVII. p. 663. Kilian. — Fig. 1, *Lytoceras anisoptychum*, Uhlig; fig. 2,3, *Hoplites Roubaudi*, d'Orb. (sp.); fig. 4, *Holcodiscus Morleti*, Kilian; fig. 5, *Rynchonella Moutoni*, d'Orb. (sp.).

XVIII. (Suite). Fig. 1, *Silesites Seranonis*, d'Orb. (sp.); fig. 2. *Pulchellia pulchella*, d'Orb. (sp.); fig. 3, *Holcodiscus Seunesi*, Kilian.

XIX. (Suite). Fig. 1 et 5 *Holcodiscus Perezi*, d'Orb. (sp.); fig. 2, *Holcodiscus Caillaudi*, d'Orb. (sp.); fig 3, *Holcodiscus Gastaldii*, d'Orb. (sp.); fig. 4. *Holcodiscus van-den-Heckei*, d'Orb. (sp.).

XX. (Suite.) Fig. 1, *Holcodiscus fallax*, Coq. (sp.) (var.); fig. 2, *Hoplites lurensis*, Kilian; fig. 4, *Heteroceras Leenhardti*, Kilian.

XXI. (Suite.) Fig. 1, *Heteroceras Astieri*, d'Orb.; fig. 2, *Heteroceras Leenhardti* (var.), Kilian.

XXII et XXIII. p. 699. Douvillé. — Fig. 1, *Caprinula Boissyi*, d'Orb.; fig. 2 et 8 *Caprinula* (sp.?) d'Alcantara; fig. 3 et 7, *Caprinula olisiponensis*, Choffat; fig. 4, 5, *Caprinula Sharpei*, Choffat; fig. 6, *Caprinula Sharpei?*

XXIV. (Suite.) Fig. 1, *Plagioptychus Aguilloni*, d'Orb.

XXV. (Suite.) Fig. 1, *Plagioptychus Aguilloni*, d'Orb.; fig. 2-6, *Plagioptychus Arnaudi*, Douvillé; fig. 7, *Coralliochama Bayani*, Douvillé.

XXVI. p. 748. Bertrand. — Coupe de Saint-Zacharie à la Sainte-Beaume; coupe n° 1, Coupe théorique (avant les affaissements); coupe n° 2, Coupe vraie, après les affaissements.

XXVII. (Suite.) Esquisse géologique des environs de la Sainte-Beaume.

XXVIII. p. 791. Seunes. — Fig. 1, *Isopneustes integer*, d'Orb. (sp.); fig. 2, *Isop. Gindrei*, Seunes; fig. 3, *Isop. aturicus*, Seunes; fig. 4, *Isop. Munieri*, Seunes.

XXIX. (Suite.) Fig. 1, *Coraster Beneharnicus*, Seunes; fig. 2, *Cor. Marsooi*, Seunes; fig. 3, *Cor. sphæricus*, Seunes; fig. 4, *Cor. Munieri*, Seunes.

XXX. (Suite). Fig. 1. *Jeronia pyrenaica*, Seunes; fig. 2, 3, *Cidaris Beaugeyi*, Seunes; fig. 4, *Micraster corcolumbarium*, Desor. (sp.); fig. 5, *Echinocorys pyrenaicus*, Seunes.

XXXI. (Suite.) Fig. 1, *Echinocorys Arnaudi*, Seunes; fig. 2, *Echinocorys pyrenaicus*, Seunes.

XXXII. p. 973. Fayol. — Fig. 1, Bassin houiller de Commentry; fig. 2-3, Coupes verticales du bassin houiller.

XXXIII. p. 980. Fayol. — Fig. 1, Ensemble des tranchées, coupe verticale; fig. 2, Tranchée de Forêt; fig. 3, Tranchée Saint-Edmond; fig. 4, Tranchée de l'Espérance; fig. 5, Grande Tranchée; fig. 6, Tranchée de l'Ouest; fig. 7, Puits Saint-Augustin; fig. 8, Tranchée des Goutilloux; fig. 9, Coupe horizontale de la grande couche.

XXXIV. p. 980. Fayol. — Fig. 1, Vue d'ensemble de quelques bancs situés au-dessus de la grande couche; fig. 2, Détail du bloc c de la fig. 1; fig. 3, 5, 7, Galets de houille dans les grès; fig. 4, 6, Galets de granulite dans la houille; fig. 8, 9, Tranchée Saint-Charles; fig. 11, 12, Troncs couchés; fig. 13, 14, 15, Troncs debout; fig. 16, 17, Troncs gisant au milieu des schistes et dont l'axe est rempli de grès.

XXXV. p. 996. Fayol. — Expériences de sédimentation : fig. 1, Coupe longitudinale (ensemble); fig. 2, Coupe longitudinale dans l'axe du bassin (détail); fig. 3, 4, Coupes perpendiculaires à la coupe 2; fig. 5, 6, 7, Détails des diverses parties des coupes 1 et 2; fig. 8, Couche en chapelet à failles; fig. 9, 10, Expériences de sédimentation.

XXXVI. p. 1005. Busquet. — Fig. 1, Coupe par le puits de Germignon, fig. 2, Plan et coupe schématique d'une portion de couche de houille affectée par une faille limitée; fig. 3, Coupe par les travaux du Puits des Zagots; fig. 4, Coupe d'une recherche au Puits des Coupes.

XXXVII. p. 1045. Launay (de). — Carte géologique de la région nord du Plateau central.

XXXVIII. p. 1108. Grossouvre (de). — Fig. 1, 2, 7, *Terebratula* (*Glossothyris*) *nucleata*, Ziet.; fig. 3, 4, 5, *Terebratula* (*Glossothyris*) *Douvillei*, de Grossouvre; fig. 6, *Rhynchonella Marioni*, de Grossouvre.

DATES DE LA PUBLICATION

DES FASCICULES QUI COMPOSENT CE VOLUME.

Fascicule 1 — (feuilles 1-4, Pl. I), février 1888.
— 2 — (— 5-10), mars 1888.
— 3 — (— 11-16), mai 1888.
— 4 — (— 17-20), juin 1888.
— 5 — (— 21-25, Pl. II-IV), juillet 1888.
— 6 — (— 26-35, Pl. V-X), septembre 1888.
— 7 — (— 36-41, Pl. XI-XIV), octobre 1888.
— 8 — (— 42-48, Pl. XV-XXVII), décembre 1888.
— 9 — (— 49-52 Pl. XXVIII-XXXI), décembre 1888.
— 10 — (— 53-60), janvier 1889.
— 11 — (— 61-73, Pl. XXXII-XXXVIII), mars 1890.

ERRATA

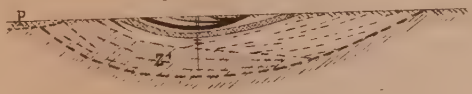
Pages.	Lignes.	
425	2	*Au lieu de*: (Pl. VII, fig. 10-12), *lisez:* (Pl. VII, fig. 8-10).
—	31	*Au lieu de*: (Pl. VI, fig. 8, 9), *lisez* : (Pl. VII, fig. 6, 7).
427	2	*Au lieu de* : (Pl. V, fig. 1 ; Pl. VI, fig. 6 et 7), *lisez*: (Pl. V, fig. 1*b* : Pl. VII, fig. 11 et 12.)
435	2	*Au lieu de* : Fig. 6. — *H. serratus*, *lisez* : Fig. 11, *H. serratus.*
—	3	*Au lieu de* : Fig. 7.— Echantillon, *lisez*: Fig. 12.—Echantillon.
—	5	*Au lieu de*: Fig. 8. — *H. Brongniarti*, *lisez*: Fig. 6. — *H. Brongniarti.*
—	6	*Au lieu de* : Fig 9. — Le même, *lisez*: Fig. 7. — Le même.
—	7	*Au lieu de*: Fig. 10. — *H. Deslongchampsi*, *lisez*: Fig. 8. — *H. Deslongchampsi.*
—	10	*Au lieu de*: Fig. 11. — Pygidium, *lisez*: Fig. 9. — Pygidium.
—	11	*Au lieu de* : Fig. 12. — Le même, *lisez* : Fig. 10. — Le même.
794	18	*Au lieu de* : trois paires, *lisez* : trois pores.
1003	4	*Au lieu de*: Pl. XXV, *lisez* : Pl. XXXV.

Emile COLIN. — Imprimerie de Lagny.

Coupes verticales du terrain houiller — Couches de houille —

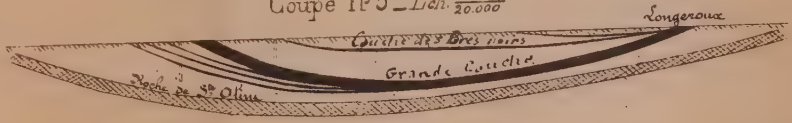
Coupe verticale suivant la ligne N° 2 du plan — Ech. $\frac{1}{80.000}$

Coupe N° 3 — Ech. $\frac{1}{80.000}$

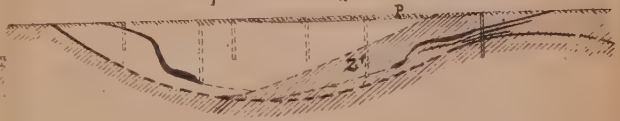


Coupe N° 4 — Ech. $\frac{1}{80.000}$

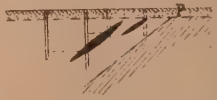
Coupe N° 5 — Ech. $\frac{1}{20.000}$



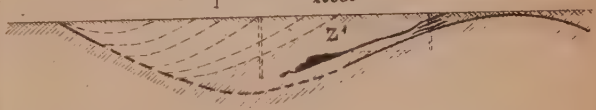
Coupe N° 7 — Ech. $\frac{1}{20.000}$



Coupe N° 6 — $\frac{1}{20.000}$



Coupe N° 8 — $\frac{1}{20000}$



Légende

- Terrain primitif
- Zône de Montassiégé
- d° Longeroux
- d° Ferrières
- d° Bourdesoulles
- d° Pégauds
- Roche de Ste Aline
- Couches de houille
- P Permien
- Limite du Permien

Fig. 1 Bassin houiller de Commentry

Couches de houille. Plan au niveau du sol

Echelle au $\frac{1}{120.000}$

Helio. G. Baqué. Paris.

Fig 1 _ Ensemble

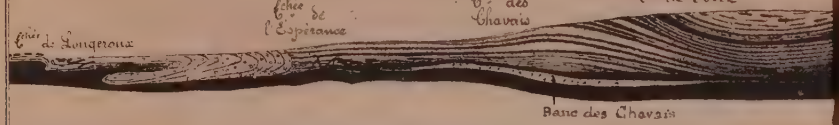


Fig 2 _ Tranchée de Forêt _ *Echelle au* $\frac{1}{1000}$

Fig 4 _ Tranchée de l'Espérance _ Coupe en travers

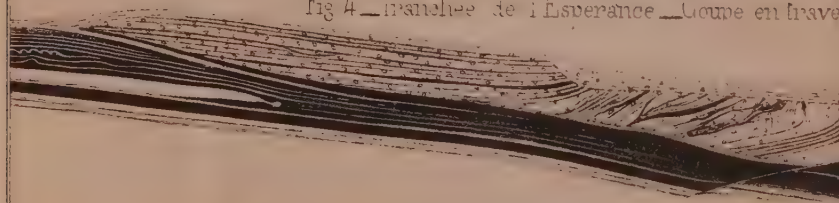


Fig 7 _ Puits St Augustin _ Coupe suivant l'inclinaison

Echelle au $\frac{1}{200}$

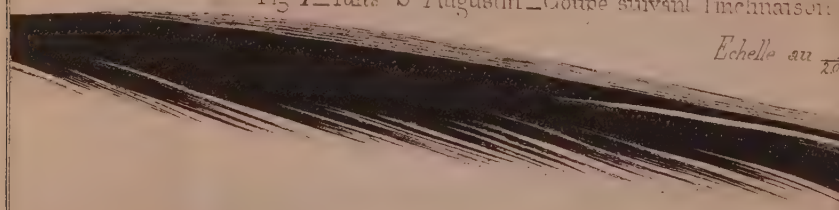


Fig 8 _ Tranchée des Goutilloux _ Coupe verticale _ *Echelle*

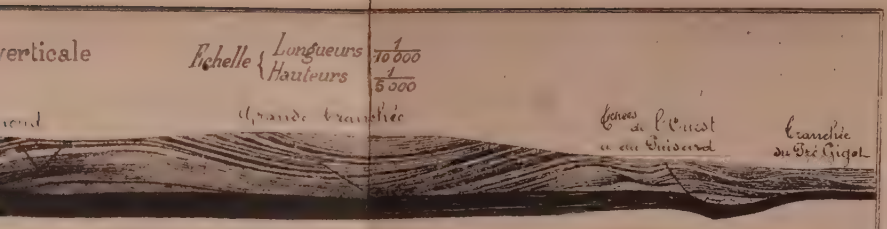


Fig 3 _ Tranchée St Edmond _ *Echelle au* $\frac{1}{1500}$

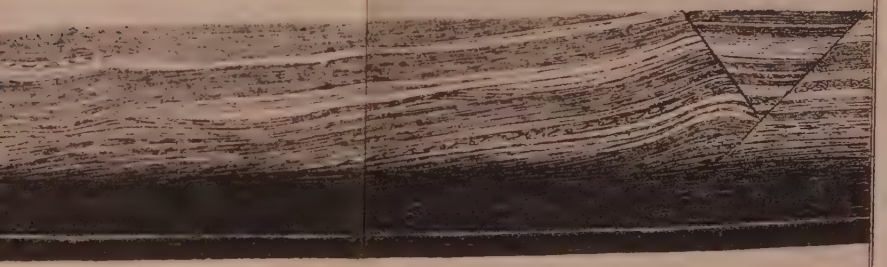


Fig 5 _ Grande Tranchée _ *Echelle au* $\frac{1}{2000}$

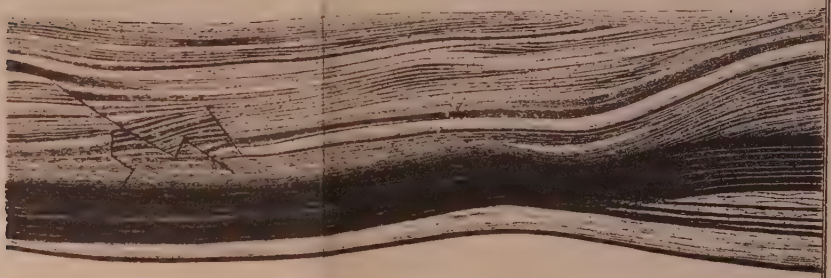


Fig 6 _ Tranchée de l'Ouest _ *Echelle au* $\frac{1}{1500}$

Fig 9 _ Coupe horizontale de la 8de couche _ *Echelle au* $\frac{1}{1500}$

Bancs de houiller remaniés – Troncs fossiles

Fig 1 Vue d'ensemble de quelques bancs situés au-dessus de la grande couche — Echelle au $\frac{1}{750}$

Fig 2 – Detail du bloc C de la Fig 1 Ech $\frac{1}{6}$

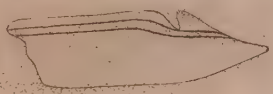


Fig 3 – Galets de houille dans les grès – Ech $\frac{2}{3}$

Fig 4 – Galet de granulite dans la houille – Ech. $\frac{2}{3}$

Fig 5 – Ech. 1/3

Fig. 6 — Ech. $\frac{1}{6}$

Fig. 7 — Ech. $\frac{1}{3}$

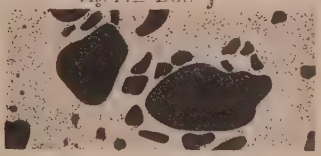


Fig 11 – Ech. $\frac{1}{20}$

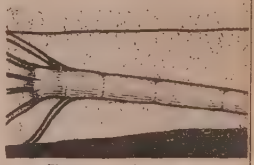


Fig. 12 — Ech. $\frac{1}{100}$

Fig. 13 — Ech. $\frac{1}{20}$

Fig. 14 — Ech. $\frac{1}{50}$

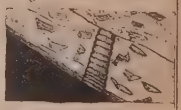


Fig. 15 — Ech. $\frac{1}{50}$

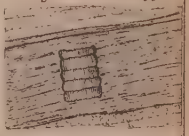


Fig. 16 — Ech. $\frac{1}{50}$

Fig. 17 — Ech. $\frac{1}{20}$

Fig. 8 – Tnée St Charles

Ech. 1/1500

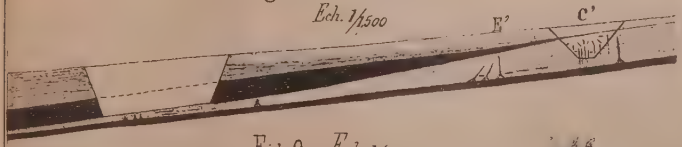
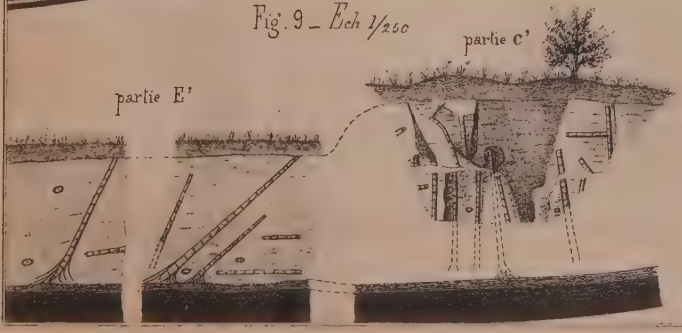
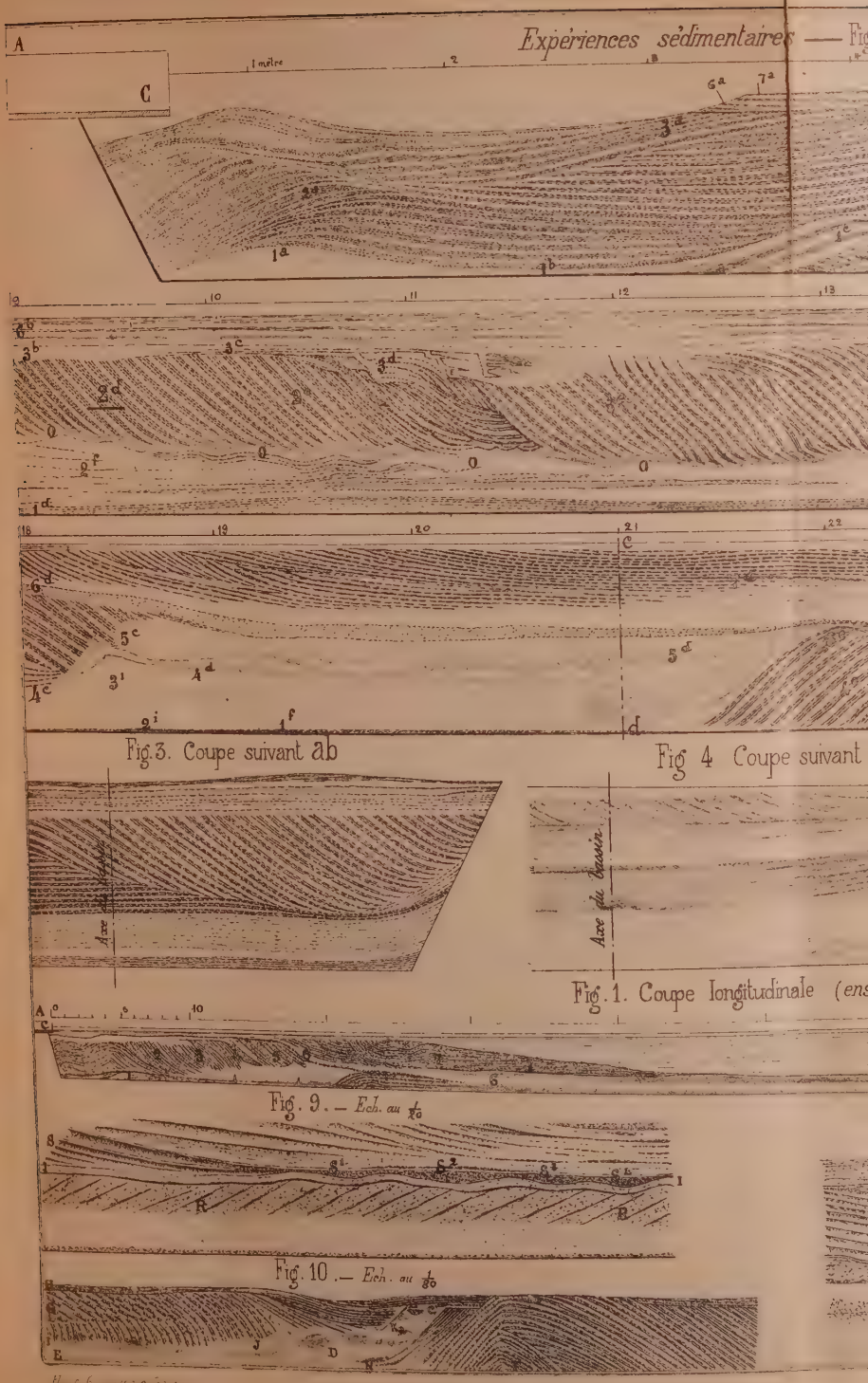


Fig. 9 – Ech 1/250




Expériences sédimentaires — Fig
A
C
1 mètre
Fig. 3. Coupe suivant ab
Fig 4 Coupe suivant
Axe du dessin
Fig. 1. Coupe longitudinale (ens
Fig. 9. — Ech. au 1/80
Fig. 10. — Ech. au 1/80

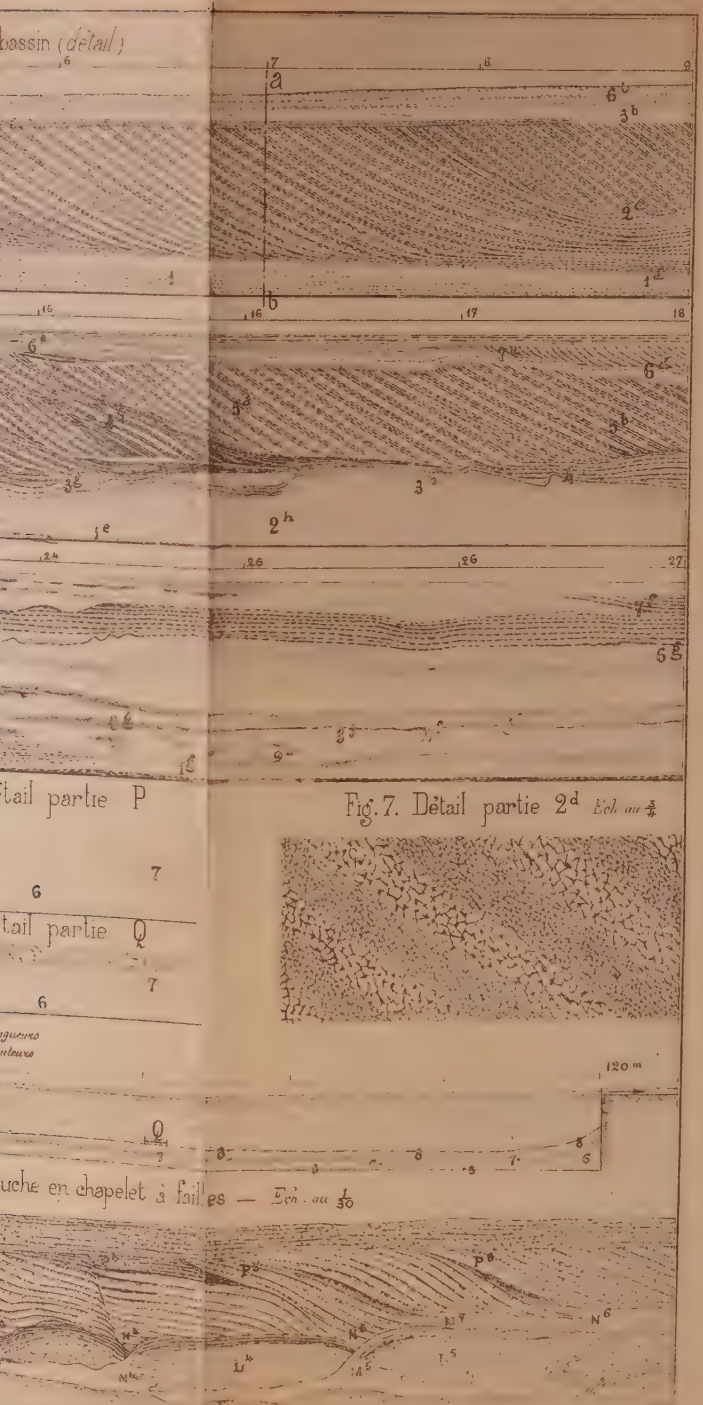
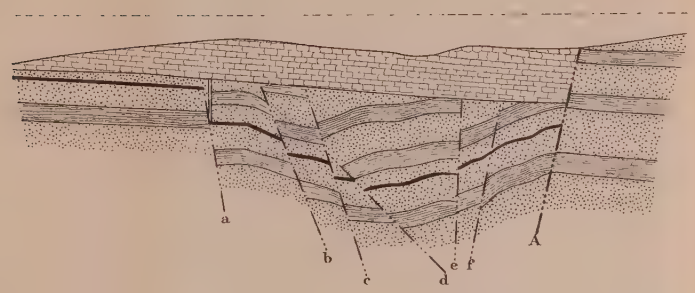

bassin (détail)
tail partie P
tail partie Q
uche en chapelet à failles — Éch. au 1/50
Fig. 7. Détail partie 2d Éch. au 1/4
120 m

Fig. 1

Coupe par le Puits de Germignon.

Echelle de $\frac{1}{6.000}$



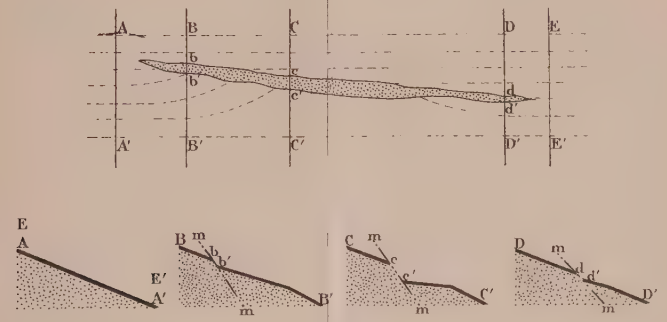
a,b,c,d,e,f, *Failles prépermiennes.*
A *Failles géologiques.*

Fig. 2

Plan et Coupe schématiques d'une portion de Couche de Houille affectée par une faille limitée.

On suppose que les terrains au toit de la couche ont été enlevés.

Echelle de $\frac{1}{4.000}$

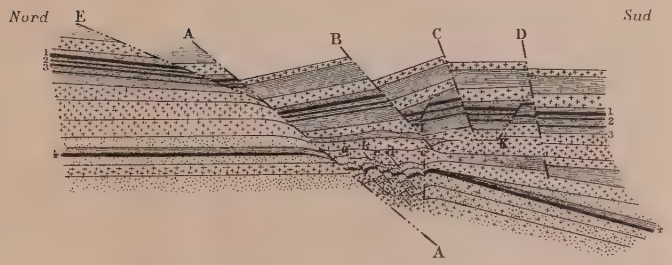


Courbes de niveau du mur de la couche équidistantes de 4.m
b, c, d *Intersection de la faille et de la partie fixe de la couche.*
b', c', d' *Intersection de la faille et de la partie affaissée de la couche.*
m, m, m *Failles.*

Fig. 3

Coupe par les travaux du Puits des Zagots.

Echelle de $\frac{1}{4.000}$

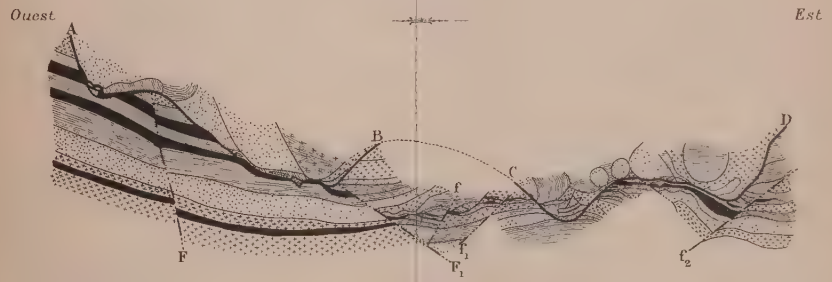


Les strates dans la partie comprise entre les failles A *et* e *étaient amincies et brouillées avant la production de ces cassures.*
a,b,c,d,e, *Petites failles limitées, antérieures au dépôt des couches* 1, 2, 3.
A,B,C,D,E,I,K, *Failles limitées, postérieures au dépôt des couches* 1, 2, 3.

Fig. 4

Coupe d'une recherche au Puits des Coupes.

Echelle de $\frac{1}{4.000}$



Les terrains au dessus de la ligne ondulée A,B,C,D, *sont formés d'éboulis venus de plus haut. Les terrains au dessous sont très régulièrement stratifiés à l'ouest de la faille* F. *De* F *à* F_1 *l'amincissement commence. De* F_1 *à* f_2 *il est complet et les couches ne sont représentées que par des lentilles de houille. A l'est de* f_2 *les couches reprennent leur régularité.*
A,B C,D, *Surface de séparation de la partie éboulée et de la partie stratifiée.*
F F_1 f f_1 f_2 *Failles.*

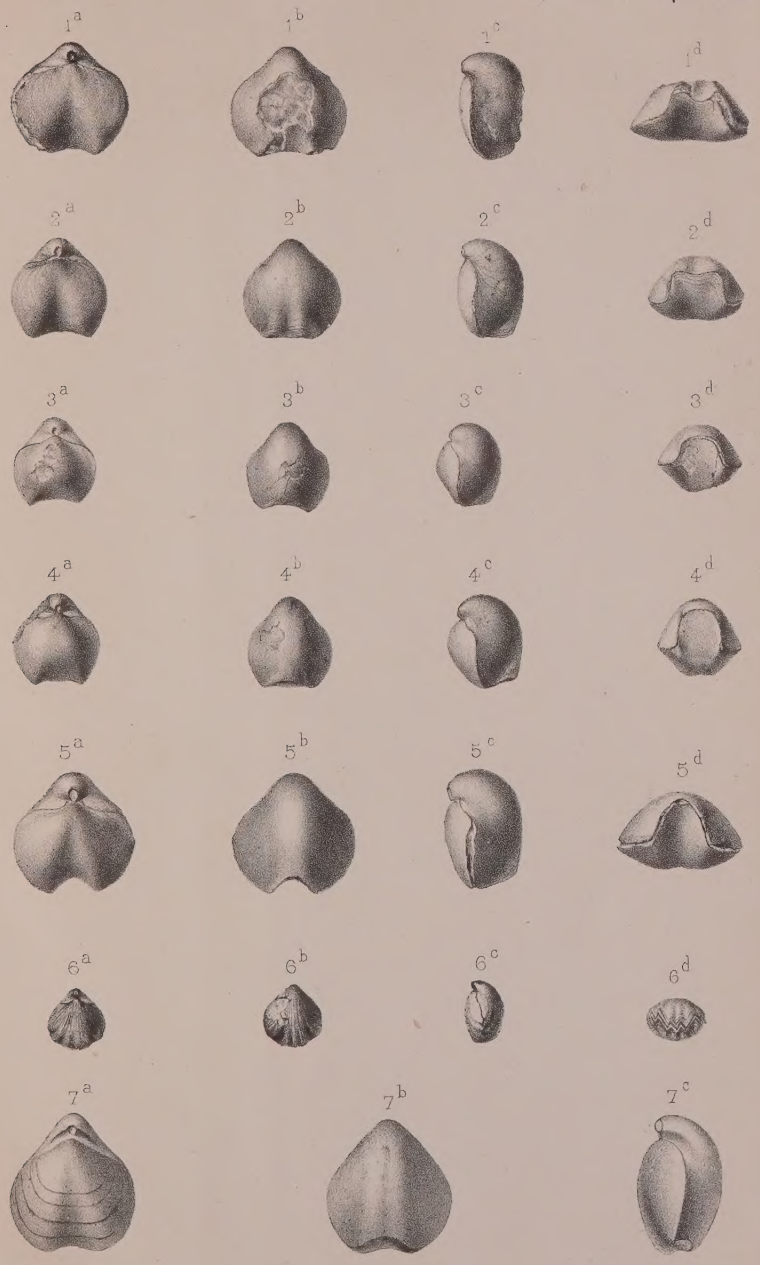
Permien supérieur. *Grès.* *Schistes.* *Grès schisteux.* *Couche de houille.*

Gravé chez L. Wuhrer, 4 R. de l'Abbé de l'Epée. Paris, Imp. Monrocq

Note de Mr DE LAUNAY

CARTE GÉOLOGIQUE DE LA RÉGION NORD DU PLATEAU CENTRAL. (Échelle au $\frac{1}{500.000}$)

a Alluvions.	m_{mb} Sidérolithique.	t Trias	Orthophyres Tufs porphyroïdes du Culm. (Anthracifère)	$\beta^2 \lambda^1$ Laves modernes.	γ^3 Microgranulite.	ξ^2 Micaschistes.
p^1 Pliocène.	m_{ma} Calcaire du Berry.	r Permien.	c Schistes carbonifères.	β Basalte.	γ^1 Granulite.	α Amphibolites, Serpentines.
m Miocène.	l Lias.	h Houiller supérieur.	s Cambrien (?)	Q Filon de quartz.	g^1 Granite.	ξ^1 Gneiss



L. Sohier ad. nat. del. et lith. Imp. Edouard Bry, Paris.

Fig. 1, 2, 7, — Terebratula (Glossothyris) nucleata, Ziet.
Fig. 3, 4, 5, — Terebratula (Glossothyris) Douvillei, nov. sp.
Fig. 6, — Rynchonella Marioni, nov. sp.